



Centre for Economic and Regional Studies of the Hungarian
Academy of Sciences – Institute of World Economics
MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont
Világgazdasági Intézet

Műhelytanulmányok

131.

2019. június

Weiner Csaba

**AZ ALACSONY SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁSÚ
ÁRAMTERMELÉS HELYZETE MAGYARORSZÁGON**

MT

Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

Világgazdasági Intézet

Műhelytanulmányok 131. (2019) 1–77. 2019. június

Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete Magyarországon

szerző:

Weiner Csaba

tudományos főmunkatárs, Bolyai-ösztöndíjas

Magyar Tudományos Akadémia

Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

Világgazdasági Intézet

Bolyai+-ösztöndíjas

Budapesti Gazdasági Egyetem

Külkereskedelmi Kar

Nemzetközi Gazdaságtan Tanszék

E-mail: weiner.csaba [at] krtk.mta.hu

Minden itt kifejtett vélemény és következtetés a szerző sajátja, amely nem minden esetben tükrözi a Világgazdasági Intézet, illetve a Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont kutatóinak véleményét vagy a Magyar Tudományos Akadémia álláspontját

ISBN 978-963-301-685-5

ISSN 1417-2720



Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete Magyarországon^{*†}

Weiner Csaba^a

Összefoglaló

A tanulmányban az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiaforrásokra való átmenet helyzetét és kilátásait vizsgáljuk meg a magyarországi erőművi szektorban. Megnézzük, hogy Magyarország milyen utat járt be, és az eddigi tervek, valamint eredmények mögött milyen tényezők állnak: mi gátolja vagy ösztönzi az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiahordozókra való áttérést. A tanulmány mindezt ellátásbiztonsági megközelítésből teszi: az energiapolitikai döntéseket az ellátásbiztonság dimenziói (elérhetőség, megfizethetőség és fenntarthatóság) közötti választásnak, vagyis a különféle dimenziók közötti rangsorolásnak tekinti. Magyarországon az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramszektort az atomenergia dominálja, amelynek a részesedése tovább nőhet. A megújulók nagyon kis szerepet játszanak, s a kormányzatnak nincsenek is ambiciózus törekvései ezen a téren. A Paks II.-ről szóló döntés dacára bizonytalanság van a megújulók és a földgáz jövőbeli szerepét illetően. Mindazonáltal belátható időn belül egy atom-nap/biomassza-földgáz forgatókönyv valósulhat meg a magyarországi áramtermelésben az eddigi atom-szén-zöld(-földgáz) helyett.

JEL-kód: L71, L95, O13, P28, Q4

Tárgyszavak: Magyarország, Közép- és Kelet-Európa, áramtermelés, megújuló energia, atomenergia, fosszilis tüzelőanyagok, ellátásbiztonság, szén-dioxid-kibocsátás

NYILATKOZAT: A Műhelytanulmányok sorozat célja a kutatási eredmények gyors vitára bocsátása a tanulmány publikálása előtt. A szerzői jog a szerzőt illeti meg.

^{*} A tanulmány a szerző korábbi munkáin alapul (Weiner, 2017a, 2019). A legelső változathoz fűzött hasznos tanácsaiért köszönet illeti Jonathan Sternt.

[†] A tanulmány az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-4-BGE-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült. A kutatást a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj szintén támogatta. A téma a Budapesti Gazdasági Egyetem Kibergazdaság Kiválósági Központ kutatási tevékenységéhez ugyancsak kapcsolódik.

^a PhD, tudományos főmunkatárs, Bolyai-ösztöndíjas (2016–2019), Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Világgazdasági Intézet, 1097 Budapest, Tóth Kálmán u. 4.; Bolyai-ösztöndíjas (2018/2019), Budapesti Gazdasági Egyetem Külkereskedelmi Kar Nemzetközi Gazdaságtan Tanszék, 1165 Budapest, Diósy Lajos u. 22–24. E-mail-cím: weiner.csaba [at] krtk.mta.hu.

1. Bevezetés

A fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből adódó szén-dioxid-kibocsátás a modern civilizáció egyik legjelentősebb problémájává vált (Smil, 2010: 15). A változó földtakaró miatti szén-dioxid-kibocsátás (elsősorban a trópusi erdőirtás következtében), a metán- és dinitrogén-oxid-kibocsátás (főként a növénytermesztésből és az állattenyésztésből), valamint a klór-fluor-szénhidrogének ugyan jelentős mértékben hozzájárulnak az emberi tevékenységtől függő (antropogén) sugárzási kényszerhez,¹ de a legnagyobb hatással továbbra is a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből származó szén-dioxid-kibocsátás van. Ebből következik, hogy a globális energiaellátás fokozatos dekarbonizációja nélkül nem lehet korlátozni a további hőmérsékletnövekedést (Smil, 2016: 194). A dekarbonizáció az energiaellátás szén-dioxid- vagy karbonintenzitásának, vagyis az egységnyi elsődleges energiafelhasználásra jutó szén-dioxid-kibocsátásnak a csökkentését jelenti. A jelenlegi energetikai átmenet, a harmadik nagy transzformáció célja az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiaszektorra való áttérés. Az első nagy átmenet a fáról és faszénről a szénre való átállás volt, amelyet a szénhidrogének követtek (Smil, 2010: 15).

Számos lehetőség van az energiaellátás szén-dioxid-kibocsátásának a csökkentésére: az energiahatékonyság növelése; a szivárgásokból származó (fugitív) kibocsátás mérséklése a kitermelésben, az átalakításban, a szállításban és az elosztásban; a szektorális diverzifikáció; valamint olyan technológiák alkalmazása mint a szén-dioxid-leválasztás és -tárolás (*carbon capture and storage, CCS*)² (Bruckner et al., 2014: 516). A szektorális diverzifikáció egyrészt a megújulókra és a nukleáris fűtőanyagra történő átállást foglalja magában, másrészt más fosszilis tüzelőanyagra való váltást: jellemzően a szénről a földgázra. A földgáz sorsa különösen érdekes, mert bár a legtisztább és legalacsonyabb szén-dioxid-kibocsátású fosszilis energiahordozó, az ilyen jellegű szektorális diverzifikáció önmagában nem csökkenti elegendő mértékben a szén-dioxid-

¹ Az éghajlati rendszerek részei közötti kölcsönhatásokat a külső kényszerek vezérlik (Gelencsér et al., 2012). A sugárzási kényszer (*radiative forcing*) a troposzférában elnyelt nettó (a besugárzás mínusz a kisugárzás) sugárzási energia (napsugárzás plusz a hosszúhullámú sugárzás) megváltozása Wm^{-2} -ben (Reményi, 2016: 845).

² Egy magasabb szint a szén-dioxid-leválasztás és -hasznosítás (*carbon capture and utilization, CCU*), amikor a szén-dioxid további felhasználásra kerül, nem csak tárolásra.

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

kibocsátást. Más lenne a helyzet, ha ehhez CCS is társulna. Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áram használata más energiahordozók helyett a végső fogyasztásban szintén fontos szerepet játszhat a szén-dioxid-kibocsátás nagyfokú csökkentésében (*Bruckner et al.*, 2014: 569). Természetesen a szén-dioxid-kibocsátás mérséklésének a legegyszerűbb eszköze a takarékoság: a fel nem használt energia. Az energiaátmenettel kapcsolatban számos kérdőjel van, hiszen a folyamat közben új technológiák vannak születőben, s így kell hosszú távú döntéseket hozni. Az energiaátmenet új ellátásbiztonsági helyzetet teremt: míg bizonyos kérdéseket megold, új kihívásokat is támaszt.

Az áramtermelés a legnagyobb szén-dioxid-kibocsátó Európában (*European Climate Foundation*, é. n.).³ Az áramszektor esetében a dekarbonizáció azt jelenti, hogy csökkentik az egységni áramtermelésre eső szén-dioxid-kibocsátást. Az Európai Unió áramtermelésében a megújulóknak van a legnagyobb arányuk: 2016-ban 30,2 százalékot képviseltek. A megújulókat az atomenergia (25,8%) követi, a szilárd tüzelőanyagok (21,5%) és a gázok (19,7%) előtt állva. A megújulók 2013 óta vezetnek. A legjelentősebb megújuló a vízenergia (38,7%), majd a szél (30,9%), a biomassa (18,4%) és a nap (11,3%) jönnek a sorban (*1. melléklet*) (*European Commission*, 2018a: 90–92; *Eurostat*, 2019d). A hőtermelésben⁴ a gáz részesedése a legnagyobb (37,9%), megelőzve a szilárd tüzelőanyagokat (25,0%) és a megújulókat (24,4%) (*European Commission*, 2018a: 109–110; *Eurostat*, 2019e). A megújulók 98,1 százaléka biomassa és megújuló hulladék volt 2016-ban (*2. melléklet*) (*Eurostat*, 2019e).

Az uniós államok között nagyon nagy különbségek vannak az egyes energiahordozók használatát illetően. Ez az eltérés a közép- és kelet-európai uniós államok között is megfigyelhető. Bár az Európai Unió működéséről szóló szerződés 194. cikkének (2) bekezdése leszögezi, hogy a tagállamok maguk dönthetnek a különböző energiaforrások között, illetve az energiaellátásuk általános szerkezetéről (*EUMSz*, 2012), az uniós célkitűzések és kötelezettségek bizonyos mértékben korlátozzák ezt a szuverenitást. 2016-ban Ciprus (8,7%) után Magyarországon (10,1%) volt a legalacsonyabb a megújulók részesedése az áramtermelésben az EU-ban. A közép- és kelet-európai államok közül még

³ 2017-ben a közcélú áram- és hőtermelés adta az EU teljes szén-dioxid-kibocsátásának a 27,1 százalékát (*Eurostat*, 2019b).

⁴ A hőtermelés a kizárólag hőtermeléssel foglalkozó fűtőművekre és a kapcsoltan (együtt) hőt és villamos energiát fejlesztő fűtőerőművekre vonatkozik.

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

Észtországban (12,4%), Csehországban (12,7%), Lengyelországban (14,0%), Bulgáriában (17,1%) és Szlovákiában (25,4%) volt kisebb az uniós átlagnál (30,2%) a megújulók részaránya. Az átlagnál nagyobb értéket értek el Szlovéniában (32,3%), Romániában (42,2%), Lettországon (54,2%), Litvániában (62,8%) és Horvátországban (66,8%). Az átlagot meghaladó részesedéssel rendelkező országokban közös, hogy a vízenergia jelentős szerepet játszik: Litvánia kivételével mindenhol az áramtermelés döntő többségét adja. Litvániában a víz- és a szélenergia hasonló súlyú. Az atomenergiával együtt nézve már jobb a helyzet a régióban: az államok fele az uniós átlag (55,9%) felett volt 2016-ban. A régiós vezető Szlovákia (80,0%) volt (1. melléklet) (Eurostat, 2019d).

A régiós államok közül Lettországon (39,6%), Litvániában (48,6%) és Észtországban (53,9%) volt az uniós átlag (24,3%) feletti a megújulók részesedése a hőtermelésben 2016-ban. Mindhárom balti államban ez kis kivétellel a szilárd biomasszának volt köszönhető. A szilárd biomassa a többi régiós államban is domináns. Csehországban érdemi szerepe volt még a megújuló kommunális hulladéknak (17,0%), míg a biogáznak Bulgáriában (18,2%), Szlovéniában (18,6%) és Horvátországban (23,3%), a geotermikus energiának pedig Magyarországon (31,6%) (2. melléklet) (Eurostat, 2019e).

Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiaforrásokra való áttérés Magyarországon az atomenergia kivételével korlátozott figyelmet kap. Egy 2015-ös felmérés szerint a magyar közvélemény a klímaváltozást nem sorolja a legégetőbb társadalmi-gazdasági problémák közé, s a kihívásokkal szembeni fellépést sem elsődlegesen az egyének szintjén jelentkező feladatnak tartja (Baranyai-Varjú, 2015: 273). Az Eurobarometer 2018. novemberi közvélemény-kutatása azt mutatja, hogy Magyarországon a válaszadók mindössze 7 százaléka szerint jelentik a környezeti, klíma- és energiaügyek a legjelentősebb kihívást az ország számára. Ez az érték elmarad az uniós átlagtól (Portfolio.hu, 2019).

A tanulmányban az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiaforrásokra való átmenet helyzetét és kilátásait vizsgáljuk meg a magyarországi erőművi szektorban. Megnézzük, hogy Magyarország milyen utat járt be, s az eddigi eredmények és energiapolitikai tervek mögött milyen tényezők állnak: mi gátolja vagy ösztönzi az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiahordozókra való áttérést. A tanulmány mindezt ellátásbiztonsági megközelítésből teszi: az energiapolitikai döntéseket az ellátásbiztonság dimenziói

(elérhetőség, megfizethetőség és fenntarthatóság⁵) közötti választásnak, vagyis a különféle dimenziók közötti rangsorolásnak tekinti. Úgy véljük, hogy ezeket a döntéseket alapvetően három befolyásoló tényező határozza meg: (1) az energiapiaci helyzet (kereslet, kínálat, árak); (2) az intézményi kontextus (elsősorban az EU szerepe a meghatározó); továbbá (3) fontos szempont, hogy a kormányzatok a függőséget hogyan közelítik meg, milyen percepcióik és várakozásaik vannak a veszélyeket illetően, és milyen az Oroszországhoz való viszonyuk. A percepcióknak különösen jelentős szerepük van, amikor a függőséget értékeli.

A tanulmány először az uniós energetikai és klímacélokat mutatja be történelmi kitekintéssel (2. fejezet), majd a magyarországi árammix alakulását a különböző piaci folyamatok tükrében (3. fejezet). Ezt követően előbb a magyarországi alacsony szén-dioxid-kibocsátású erőművi szektor forrásait elemezzük (4. fejezet), majd a fosszilis tüzelőanyagokat (5. fejezet). A 6. fejezetben a magyar nemzeti energia- és klímaterv (NEKT) tervezete⁶ (ITM, 2018a, 2018b, 2018c) alapján ismertetjük a magyar kormányzat elképzeléseit 2030-ig a megújuló energiát, az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátását és az energiahatékonysági célokat illetően. Végül összegzünk, és következtetéseket vonunk le (7. fejezet).

2. Uniós energetikai és klímacélok

2.1. Megújulók, ÜHG-kibocsátás és energiahatékonyság

Az energiaügyeknek a kezdetektől fogva fontos szerepük volt az európai integrációban. A szén és acél szabad mozgását elősegítő Európai Szén- és Acélközösséget (ESZAK) 1951-

⁵ A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) szerint az energiabiztonság a folyamatos (megszakítás nélküli) fizikai elérhetőség megfizethető áron, tiszteletben tartva a környezetvédelmi aggályokat (IEA, é. n.). Hughes (2012) szinten a háromdimenziós modell mellett érvel, annyi különbséggel, hogy a fenntarthatóság helyett az elfogadhatóságot (*acceptability*) használja.

⁶ A nemzeti energia- és klímatervek első tervezetét minden uniós tagállamnak le kellett adnia az Európai Bizottsághoz 2018. december 31-éig. Magyarország ennél később nyújtotta be, ennek ellenére a dokumentumon 2018-as dátum szerepel. Az Európai Bizottság honlapjára 2019 februárjában került fel, Magyarországon azonban csak 2019. május elején publikálták. A végleges tervek benyújtásának a határideje 2019. december 31.

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

ben alapították, míg az – eredetileg a nukleáris energia békés célú felhasználására indított kutatási programok összehangolására kitalált – Európai Atomenergia-közösséget (Euratom) egyszerre hozták létre az Európai Gazdasági Közösséggel (EGK) 1957-ben. Az ESZAK 2002-ig működött, az Euratom viszont máig fontos szerepet lát el, és önálló jogi személyiséggel bír.

A megújulók ösztönzése az 1970-es évekig nyúlik vissza, és az olajválságokhoz kapcsolódik, amelyek hatására az olajfüggőség csökkentése, valamint az európai energiaellátás-biztonság növelése érdekében tettek kisebb lépéseket (*Jörgens-Solario*, 2017: 4). Számottevőbb lépésekre csak az 1990-es évek vége felé került sor. Ekkor már a klímaváltozás és az ÜHG-kibocsátás-csökkentés voltak a megújulóösztönzés fő motorjai. A klímaváltozás az 1990-es évek elején került a figyelem homlokterébe. A kutatás-fejlesztési JOULE- és THERMIE-programokat 1989-ben, illetve 1990-ben fogadták el, míg az előbbieknél jelentősebb ALTENER-t 1993-ban (*Hinrichs-Rahlwes*, 2017: xii; *Solorio-Bocquillon*, 2017: 23–24).

Bár az ALTENER-nek voltak megújulás célkitűzései, az első igazi megújulás célt 1997-ben hozták. Az Európai Bizottság 1996-os zöld könyve azt javasolta, hogy közösségi szinten indikatív (jogilag nem kötelező) alapon 2010-re 12 százalékra növeljék, vagyis duplázzák meg a megújulók részarányát a bruttó belföldi energiafelhasználásban (*European Commission*, 1996). Az 1997-es fehér könyv ezt az indikatív átlagcél rögzítette, a tagállamokat pedig arra kötelezték, hogy specifikus célkitűzéseket határozzanak meg, és hozzák létre a saját nemzeti stratégiáikat (*European Commission*, 1997). 1999-ben kezdődött az úgynevezett kampány a megújulókért, amelynek az volt a célja, hogy felgyorsítsák a beruházásokat 2003-ra (*European Commission*, 1999; *Hinrichs-Rahlwes*, 2017: xi).

A kétezres évek elején négy fontos irányelvet is elfogadtak:

- A megújulókból előállított villamos energia támogatásáról szóló 2001-es irányelv 22,1 százalékos közösségi szintű indikatív célt jelölt meg 2010-re a megújulókból termelt áram részesedésére a bruttó áramfelhasználásban, míg az irányelv melléklete nemzeti indikatív célokat sorolt fel (*Európai Parlament és Tanács*, 2001).

- Az épületek energiahatékonyságának a növelése érdekében 2002-ben fogadták el az első épületenergetikai irányelvet (*Európai Parlament és Tanács*, 2002), amelyet 2010-ben

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

követett az újabb irányelv (*Európai Parlament és Tanács, 2010*). Utóbbit 2018-ban módosították a „Tiszta energia minden európainak” elnevezésű jogalkotási javaslatcsomag részeként (lásd lejjebb) (*Európai Parlament és Tanács, 2018a*).

– Egy következő mérföldkő volt a 2003-as bioüzemanyag-irányelv, amely 2005-re 2 százalékos, 2010-re pedig 5,75 százalékos uniós referenciaértéket (indikatív célt) tartalmazott a bioüzemanyagok részarányára a közlekedésben. A tagállamoknak mindkét évre meg kellett határozniuk a saját indikatív céljaikat (*Európai Parlament és Tanács, 2003a; Solorio–Bocquillon, 2017: 28*).

– Ugyancsak 2003-ban született meg az irányelv az ÜHG-kibocsátási egységek EU-n belüli kereskedelmi rendszeréről (EU ETS), amely bizonyos ágazatokat érint (*Európai Parlament és Tanács, 2003b*).

A kétezres évek közepétől a megújulás energiapolitika ismét az európai napirendre került. A vonatkozó 2006-os zöld könyv (*Európai Bizottság, 2006*) a megújulók szerepét nemcsak az éghajlatváltozás hatásainak enyhítését illetően hangsúlyozta, hanem az ellátásbiztonság növelésében is. Az új tudományos eredmények publikálása – a Tony Blair brit miniszterelnök felkérésére készült Stern-jelentésben 2006-ban, valamint az ENSZ éghajlatváltozással foglalkozó kormányközi munkacsoportjának (IPCC) negyedik értékelő jelentésében 2007-ben – hozzájárult ahhoz, hogy kedvező legyen a környezet a megújulók ösztönzéséhez. 2007 decemberében a média- és közfigyelem is növekedett, ahogy a kiotói jegyzőkönyvben részes felek Bali szigetén megrendezett konferenciáján világos menetrendet határoztak meg egy Kiotó utáni egyezmény megkötésére (*Solorio–Bocquillon, 2017: 29*).

Két fő hiányosságot kellett pótolni a kétezres évek közepén a megújulók uniós jogalkotásában. Az egyik, hogy a fűtés és a hűtés hiányzott az érintett szektorok közül: a 2001-es, illetve a 2003-as irányelv ugyanis az áramtermelésre, illetve a közlekedésre vonatkozott. Másrészt szükség volt kötelező célokra is (*Hinrichs–Rahlwes, 2017: xii*). Ezeket a problémákat kezelték a 2007. márciusi Európai Tanács következtetései a 2020-ig elérendő úgynevezett 20-20-20-as uniós szintű és 10 százalékos mindenki számára azonos célokkal. Ez a négy cél:

– az ÜHG-kibocsátás 20 százalékos csökkentése 1990-hez képest kötelező alapon,

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

- a megújulók részesedésének 20 százalékra való növelése az EU bruttó végső energiafelhasználásában szintén kötelező jelleggel,
- az energiahatékonyság 20 százalékos növelése a 2020-ra tervezett fogyasztáshoz képest indikatív módon (*European Commission*, é. n.-c), valamint
- kötelező 10 százalékos megújuló-részarány elérése a közlekedésben minden tagállamban (*Európai Tanács*, 2007).

A fentiek érdekében jött létre 2009-ben a 2020-as klíma- és energiacsomag (*European Commission*, é. n.-a), amely a – megújulókból előállított villamos energia támogatásáról szóló 2001-es irányelvet és a 2003-as bioüzemanyag-irányelvet leváltó – megújulóenergia-irányelv (*Európai Parlament és Tanács*, 2009b) mellett magában foglalta az ETS-irányelvet (*Európai Parlament és Tanács*, 2009d) és az ETS-en kívüli ágazatokra vonatkozó közös kötelezettségvállalási (erőfeszítés-megosztási) határozatot az ÜHG-kibocsátásra (*Európai Parlament és Tanács*, 2009a), valamint a szén-dioxid geológiai tárolásáról szóló irányelvet (*Európai Parlament és Tanács*, 2009c). A megújulóenergia-irányelv most először mindhárom szektorra – az áramszektorra, a fűtésre és hűtésre, valamint a közlekedésre – egyaránt vonatkozott (*Hinrichs-Rahlwes*, 2017: xiii). Az irányelv kötelező nemzeti célokat rögzített a megújulók részesedésére az egyes tagállamokban. Ezek a 20-20-20-as és 10 százalékos célok kerültek bele a 2010-es „Európa 2020” stratégiába is (*Európai Bizottság*, 2010).

Ami az ÜHG-kibocsátást illeti, annak 21 százalékkal kell csökkennie 2005-höz viszonyítva az ETS-irányelv alá tartozó ágazatokban. A 2005-ben létrehozott ETS jelenleg az EU ÜHG-kibocsátásának 45 százalékát fedi le (*European Commission*, é. n.-d). Az első, illetve a második kereskedési időszak 2005–2007-ben, illetve 2008–2012-ben volt, a harmadik 2013-ben kezdődött és 2020-ig tart, míg a negyedik 2021–2030 között lesz. Az ETS-irányelv alá nem tartozó ágazatokra (közlekedés, épületek, mezőgazdaság, nem ETS-iparágak, hulladékszektor) alkalmazandó közös kötelezettségvállalási határozat nemzeti célokat adott meg az egyes tagállamokban az ÜHG-kibocsátás változására 2020-ra a 2005-ös szintekhez viszonyítva, figyelembe véve az egy főre jutó GDP-t (*Európai Parlament és Tanács*, 2009). Ezek a nemzeti célok az EU egészében nézve 10 százalékkal csökkentik az ÜHG-kibocsátást az ETS-en kívüli ágazatokban 2020-ra 2005-höz képest (*Grantham Research Institute*, é. n.).

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

A 2008–2009-es időszak kulcsfontosságú volt a relatíve nagy ambíciók és kötelezettségvállalások fenntartásához az EU-szintű megújulóösztönzésben. A 2020-as célok gyors elfogadásában és implementációjában döntőek voltak a nemzetközi klímaváltozási tárgyalások és az EU azon szándéka, hogy megőrizze a globális klímaügyi vezető szerepét (*Solorio–Bocquillon*, 2017: 33).

2009-ben már hosszabb távra is gondolkodtak az EU-ban. A 2009. októberi Európai Tanács következtetései arra szólították fel a fejlett országokat, hogy az összesített ÜHG-kibocsátást az 1990-es szinthez képest legalább 80–95 százalékkal csökkentsék 2050-re (*Európai Tanács*, 2009). Ezt ismételte meg 2011-ben „Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású, versenyképes gazdaság 2050-ig történő megvalósításának ütemterve” (*Európai Bizottság*, 2011b), valamint a „2050-ig szóló energiaügyi ütemterv” is (*Európai Bizottság*, 2011a). A 2020 utáni célok meghozatalát ösztönözte a nemzetközi éghajlatváltozási rezsim fejlődése is, különösen a 2011-es durbani megállapodás a Kiotói Jegyzőkönyvet felváltó új globális rendszerről szóló tárgyalások megkezdéséről (*Solorio–Bocquillon*, 2017: 34).

A következő fontos mérföldkő a 2014. októberi Európai Tanácsnak a 2030-ig tartó időszakra vonatkozó éghajlat- és energiapolitikai keretről szóló következtetései voltak, amelyek azt sugallták, hogy az EU lemondott a globális vezető szerepéről a megújulók terén. Ezúttal nem volt olyan konszenzus, mint 2009-ben. Azok a tagállamok, amelyekben szoros volt a kapcsolat az inkumbens fosszilis és nukleáris rendszerekkel, visszavettek volna az ambíciókból, és azt kérték, hogy ne legyen egyáltalán 2030-as cél, vagy csak az ÜHG-csökkentésre (*Hinrichs-Rahlwes*, 2017: xi). Végül az Európai Tanács azt hagyta jóvá, hogy

- kötelező uniós célként legalább 40 százalékkal csökkenjen az ÜHG-kibocsátás 2030-ra 1990-hez képest,⁷
- szintén kötelező jelleggel EU-szinten a fogyasztásban legalább 27 százalékot képviseljenek a megújulók 2030-ra, valamint

⁷ A 40 százalékos ÜHG-kibocsátás-csökkentési cél szerepel az éghajlatváltozásról szóló 2015. decemberi párizsi megállapodásban is mint uniós kötelezettség (*Erbach*, 2018).

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

– indikatív alapon legalább 27 százalékos EU-szintű energiahatékonyság-javulást kell elérni 2030-ra az előrejelzésekhez képest.

Ez azt jelenti, hogy 2020 utánra nem határoztak meg kötelező nemzeti célokat (*European Council*, 2014a, 2014b).

2016 novemberében mutatta be az Európai Bizottság a „Tiszta energia minden európainak” című csomagot vagy más néven téli energiacsomagot, amely az energiahatékonyság, a megújulók, az árampiac kialakítása, az áramellátás biztonsága és az energiaunió⁸ kormányzása kérdéseivel foglalkozik (*Európai Bizottság*, 2016). A csomag keretében 2018-ban a 2014-esnél ambiciózusabb célokat sikerült elfogadni 2030-ra (a 40 százalékos ÜHG-kibocsátás-csökkentési EU-cél megtartása mellett):

– Először – 2018 májusában – a közös kötelezettségvállalási rendelet született meg a kötelező éves nemzeti kibocsátáscsökkentésről a 2021 és 2030 közötti időszakra (*Council of the European Union*, 2018). Ennek keretében 30 százalékkal kell mérsékelni az ÜHG-kibocsátást 2005-höz képest. Az egy főre jutó GDP alapján nemzeti célértékeket adtak meg.

– 32 százalékos kötelező EU-célt határoztak meg a megújulókra a bruttó energiafelhasználásban, nemzeti célok nélkül. A közlekedési ágazat esetében 14 százalékos minimumrészarányt rögzítettek minden tagállamra.

– 32,5 százalékos EU-szintű indikatív energiahatékonysági cél született a 2007-ben készített előrejelzésekhez képest. Emellett a tagállamok nemzeti indikatív energiahatékonysági hozzájárulásokat állapítanak meg.

2023-ban a megújulós és az energiahatékonysági célértéket egyaránt felülvizsgálják. A 2009-es megújulóenergia-irányelv és a 2012-es energiahatékonysági irányelv módosítása 2018 decemberében jelent meg (*Európai Parlament és Tanács*, 2012, 2018b, 2018c).⁹

2018 novemberében mutatta be az Európai Bizottság a „Tiszta bolygót mindenkinek” című hosszú távú stratégiai jövőképet, amely 2050-ig vázolja fel azokat az intézkedéseket,

⁸ Az Európai Bizottság 2015 februárjában tette közzé az energiaunióra vonatkozó, három közleményből álló csomagot. Ennek egyike az energiaunió keretstratégiája (*Európai Bizottság*, 2015).

⁹ A meglehetősen szerény magyarországi célkitűzéseket az 1. táblázat foglalja össze.

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

1. táblázat

Magyarország 2020-as és 2030-as célkitűzései a megújulók, az energiahatékonyság és az ÜHG-kibocsátás terén az uniós célszámok tükrében

		2020		2030	
A megújulók részaránya		20%	14,65%	32%	20%
Energiahatékonyság		20%	1009 PJ*	32,5%	8–10%*
(energiafelhasználás-csökkentés)		(indikatív)*		(indikatív)*	
ÜHG-kibocsátás-változás	Teljes bruttó vs. 1990	-20%	–	-40%	-40%
	ESD/ESR vs. 2005	-10%	+10%	-30%	-7%

* Primer és/vagy végső energia.

ESD – közös kötelezettségvállalási rendelet; ESR – közös kötelezettségvállalási határozat.

Forrás: ITM (2018a: 8).

amelyek egy klímasemleges gazdaság megteremtését célozzák (*European Commission*, é. n.-b; *Európai Bizottság*, 2018a; *Morgan*, 2019). 2019 júniusában azonban az észt, a magyar, a lengyel és a cseh kormányok ellenállása miatt nem sikerült elfogadni a 2050-es klímasemlegességi célt az Európai Tanácsban. A magyar kormány szerint egyrészt nincs ok a sietségre, másrészt az áramárak jelentős növekedését (lásd megfizethetőség) akadályozták meg a döntésükkel (*Horváth*, 2019; *Bolcsó*, 2019).

2.2. Atomenergia

A magyar kormány a paksi bővítésre alapozza a nyugalma. A „Tiszta bolygót mindenkinek” című bizottsági közleményt támogató háttérelmzés szerint bár az atomenergia szerepet játszhat a fosszilis tüzelőanyagok importjától való függőség csökkentésében, és hozzájárulhat a dekarbonizációhoz, a nukleáris beruházások továbbra is kihívásokkal terheltek – egyrészt a magas kezdeti/beruházási költségek (*upfront costs*), másrészt a bizonytalan árampiaci árak miatt (*European Commission*, 2018b: 60–61). Az európai energiapiaci trendek az atomenergiával szembemennek. A 2011-es fukushimai atomerőmű-baleset óta pedig megváltozott az atomenergiához való hozzáállás. A németországi energiaátmenet, az *Energiewende* jelentős hatással bír ezekre a folyamatokra.

2017 végén a tagállamok felében működött atomerőmű, s számos projekt van folyamatban. Ezért az uniós tagállamok között természetesen nincs konszenzus az atomenergia használatát illetően. Komoly összeütközés volt a tagállamok között például

2015 elején, amikor elfogadták az energiaunióra vonatkozó keretstratégiát, és az nem említette meg az atomenergiát mint alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiát; az atomenergiára alig volt utalás (*Európai Bizottság*, 2015; *Keating*, 2015a, 2015b).¹⁰ Az atomenergia jelenleg 26 százalék körüli részesedése az áramtermelésben csökkenni fog. Különbféle előrejelzések vannak az atomenergia jövőbeli szerepére. Az Európai Bizottság fenti háttérelmzése által figyelembe vett scenáriók számai 2050-re 12 és 15 százalék között mozognak, szemben a 2030-ra várt 18 százalékkal (*European Commission*, 2018b). Az európai atomenergia-ipar érdekképviselői szervezete, a Foratom által a Deloitte-től megrendelt tanulmány szerint gazdasági haszonnal járna 2050-ig megőrizni az EU áramtermelésében az atomenergia mintegy 25 százalékos részesedését (*Keating*, 2019; *Deloitte*, 2019). Az IEA szerint a fejlett országokban a nukleáris kapacitások meredek esése veszélyezteti a klímacélokat és az áramellátás biztonságát. Az IEA azt hangsúlyozza, hogy megoldás lehetne a reaktorok élettartamának a meghosszabbítása; ez olcsóbb, mint az új szeles és fotovoltaiikus kapacitások kiépítése (*De Clercq*, 2019). A *Greenpeace et al.* (2015), valamint az *Öko-Institut* (2018) viszont kivezetné az atomenergiát 2050-re (idézi: *European Commission*, 2018b: 77).

3. Változó árammix Magyarországon

A magyarországi villamosenergia-rendszer beépített teljesítőképessége 2017 végén 8617 MW volt, amelyből a nagyerőművek (>50 MW) kapacitása 6996 MW-ot tett ki. 7117 MW-ot képviselt a rendelkezésre álló állandó teljesítőképesség (*MEKH–Mavir*, 2018: 38, 42–43). A kétezres években az áramfogyasztás 2007-ig növekedett (43,9 TWh-ra), majd 2009-ben számottevő visszaesés következett be. 2010 és 2014 között a kereslet stagnált: a 42 és 43 TWh közötti sávban mozgott. 2015 óta azonban a fogyasztás már a 2007-es szint felett van: meghaladja a 44 TWh-t (2. táblázat) (*Eurostat*, 2019d; *MEKH–Mavir*, 2018: 70).

¹⁰ Arra nem lehet számítani, hogy az atomenergiát uniós pénzből támogassák.

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

2. táblázat

Magyarország árammérlege, 2006–2016 (GWh)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Import	15 393	14 680	12 774	10 972	9 897	14 664	16 970	16 635	19 079	19 935	17 951
Export	8 186	10 694	8 871	5 459	4 702	8 021	9 003	4 758	5 689	6 249	5 240
Nettó import	7 207	3 986	3 903	5 513	5 195	6 643	7 967	11 877	13 390	13 686	12 711
Bruttó termelés	35 859	39 960	40 025	35 908	37 371	36 019	34 635	30 294	29 392	30 342	31 859
Nettó termelés*	33 345	37 220	37 383	33 344	34 613	33 533	32 351	28 031	27 131	28 132	29 506
Végső felh.	33 238	33 744	34 327	33 150	34 207	34 540	35 004	34 873	34 737	36 291	37 118
Összes felh.**	43 066	43 946	43 928	41 421	42 566	42 662	42 602	42 171	42 782	44 028	44 570
Nettó import/ összes felh. (%)	16,7	9,1	8,9	13,3	12,2	15,6	18,7	28,2	31,3	31,1	28,5

* Nettó termelés = bruttó termelés – erőművek önfogyasztása.

** Összes felhasználás = bruttó termelés + nettó import.

Forrás: Eurostat (2019d) és saját számítások.

Az átviteli rendszerirányító, az állami tulajdonú MVM-hez tartozó Mavir a magyar villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú (2033-ig szóló) forrásoldali kapacitásfejlesztési tervében 2018-ban azt találta, hogy a magyarországi nagyerőművek névleges bruttó villamos teljesítőképessége a 2017-es 6996 MW-ról 2023-ra 5797 MW-ra, 2028-ra 4815 MW-ra, 2033-ra pedig 3971 MW-ra fog zsugorodni. A megmaradó kiserőművek várható bruttó beépített teljesítőképessége a 2017-es 1621 MW-ról 2023-ra 943 MW-ra, 2028-ra 786 MW-ra, míg 2033-ra 530 MW-ra eshet (Mavir, 2018: 13). A fenti adatok szerint az elkövetkező másfél-két évtizedben jelentős nagyságú beépített kapacitás esik ki. A létrehozandó új kapacitások nagysága viszont nemcsak a szükséges áramfelhasználástól függ, hanem attól is, hogy milyen erőműveket létesítenek, hiszen ezeknek különböző kihasználtságuk lehet.

Magyarországon két erőmű – a Paksi Atomerőmű és a lignittüzelésű Mátrai Erőmű – felel az áramtermelés zöméért. A termelés több mint felét adja a Paksi Atomerőmű. Az atomenergiát a földgáz és a szén követi a sorban. Miként a 3. táblázatból látható, a három energiahordozó részaránya jelentősen változott az elmúlt tíz évben. 2007-ben és 2008-ban a gáznak volt a legnagyobb súlya, a 2007-es 38,1 százalék volt a csúcs. Ekkor a nukleáris fűtőanyagának mintegy 37 százalék volt a részesedése, míg a szén az elmúlt tíz évben relatíve stabil szereppel bírt: 17 és 21 százalék között mozgott, a 2017-es évet kivéve. Ez idő alatt a megújulók részesedése az áramtermelésben a 2011-es és 2012-es csökkenésektől eltekintve folyamatosan nőtt. Közben azonban a piaci folyamatokban

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

3. táblázat

Bruttó villamosenergia- és hőenergia-termelés Magyarországon energiahordozónként, 2006–2017 (%)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<i>Villamos energia</i>												
Nukleáris hasadóa.	37,5	36,7	37,0	43,0	42,2	43,5	45,6	50,7	53,2	52,2	50,4	49,0
Szén és széntermékek	19,8	18,7	18,0	17,9	17,0	18,3	18,7	21,1	20,8	19,5	18,1	15,5
Földgáz	36,7	38,1	37,9	29,0	31,0	29,8	27,1	18,3	14,4	16,8	20,3	23,8
Kőolajtermékek	1,5	1,3	0,9	1,8	1,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
Egyéb éghető*	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	0,9
Biomassza	3,2	3,4	4,4	5,9	5,4	4,2	3,8	4,7	5,8	5,5	4,7	5,0
Biogáz	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
Megújuló komm. hull.	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,5
Víz	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	1,0	0,8	0,8	0,7
Szél	0,1	0,3	0,5	0,9	1,4	1,7	2,2	2,4	2,2	2,3	2,1	2,3
Nap	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	1,1
Összesen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Hőenergia</i>												
Nukleáris hasadóa.	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,1	1,0	1,6	1,5	1,6	1,6
Szén és széntermékek	16,0	18,1	17,0	12,5	13,2	14,3	13,5	11,0	10,8	10,7	9,9	8,3
Földgáz	78,9	77,4	77,3	77,3	78,3	76,1	77,4	74,8	71,6	69,4	65,9	68,2
Kőolajtermékek	1,4	0,2	0,9	4,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7	0,6	0,2	0,3
Egyéb éghető*	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,9	4,7	4,7	6,5	6,5
Biomassza	0,8	1,3	1,5	2,2	4,5	5,3	5,0	7,8	7,2	8,5	9,6	8,9
Biogáz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1
Megújuló komm. hull.	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	0,9
Nap	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Geotermikus	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,2	2,4	3,4	5,0	5,2
Összesen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Egyéb éghető = ipari hulladék + nem megújuló kommunális hulladék + egyéb.

Forrás: Saját számítások az Eurostat (2019d, 2019e) és a MEKH (2019b, 2019e) adatai alapján.

változás állt be. A 2010-es évek közepére az atomenergia részesedése 50 százalék fölé kúszott fel, míg a gáz súlya 20 százalék alá zuhant. 2013 és 2015 között a szén megelőzte a gázt (Eurostat, 2019d; MEKH, 2019b). Ezekkel a folyamatokkal párhuzamosan megugrott a nettó áramimport részaránya a villamos energia összes felhasználásában: 2014-ben és 2015-ben 30 százalék felett volt, szemben a 2007-es és 2008-as mindössze 9 százalék körüli értékekkel (2. táblázat) (Eurostat, 2019d). Ezek a fejlemények tipikusan három piaci tényezőnek voltak köszönhetőek: a gázárak versenyképtelenek voltak a szénárakkal szemben 2011 és 2014 között (Stern, 2017: 3, 9), a szén-dioxid-árak többségében nagyon alacsonyak voltak a 2010-es években, az áramárak pedig szintén lejtmenetben voltak (Sandbag, é. n.; KWK-Index, é. n.). A 2010-es évek közepétől kezdve azonban a szén már nem olcsó a gázhoz viszonyítva (Jonathan Stern, e-mailes közlés, 2018. február 7.; BP, 2018), a szén-dioxid-árak 2017-ben növekedésnek indultak, az európai piaci áramárak pedig ugyancsak emelkedtek 2017 óta (Sandbag, é. n.; KWK-Index,

é. n.). Ezek következtében a gáz részesedése nőtt, az atomenergia és a szén részaránya pedig csökkent az áramtermelésben, míg a nettó áramimport súlya a villamos energia összes felhasználásában szintén mérséklődött (*Eurostat*, 2019d; *MEKH*, 2019b).

Az áramtermeléssel szemben a hőtermelésben a gáz szerepe még mindig nagyon jelentős. 2017-ben a gáz biztosította a hőtermelés 68,2 százalékát (3. táblázat) (*Eurostat*, 2019e; *MEKH*, 2019e). Ráadásul ebben nincs benne a lakossági gáztüzelés, amelynek a részesedése a teljes magyarországi gázfelhasználásban mintegy 35 százalék volt 2017-ben (*MEKH*, 2019a: 28).

A megújulók részesedése az áramtermelésben a kétezres évek közepi 4 százalék körüli értékről a 2010-es évek közepére 10 százalék fölé emelkedett. A hőtermelésben ennél nagyobb a megújulók szerepe: a kétezres évek közepi mintegy 2 százalékkal szemben 2016-ban és 2017-ben 15 százalék felett volt. A részarányok növekedése azonban mind az áram-, mind a hőtermelésben valamelyest megtorpant.¹¹ Magyarországon a megújulófelhasználás több mint 80 százaléka a fűtés-hűtés szektorból származik (11. táblázat) (*ITM*, 2018a: 23, 59, 63).¹² A szilárd biomassa aránya a megújulófelhasználásban szintén 80 százalék körül van (*MEKH*, 2019c).

A piaci változások nagyon jól tükröződnek az egyes magyarországi erőművek kihasználtságában. Míg a Paksi Atomerőmű és a Mátrai Erőmű magas kihasználtsággal működnek, addig a gáz nagy vesztes, bár a gáztüzelésű erőművek kihasználtsága növekedett. 2017-ben a teljes magyarországi erőműpark teljesítőképességének kihasználtsága 45 százalékot tett ki (*Mavir*, 2018: 12). 2008-ra a Paksi Atomerőmű kihasználtsága 90 százalék fölé emelkedett, és azóta is 90 százalék körüli kihasználtsággal üzemel. A Mátrai Erőműnek hosszú ideig 75 százalék feletti volt a rátája, de 2014 óta csökken a kihasználtsága, 2017-ben mindössze 64,2 százalékot ért el. Ezzel szemben az egyik legnagyobb kapacitású magyarországi áramtermelő¹³ és a legmodernebb,

¹¹ Abszolút értelemben nőtt a megújulók felhasználása az áramtermelésben, míg relatív értelemben 2015-ben és 2016-ban csökkent, 2017-ben és – az előzetes adatok szerint – 2018-ban viszont már növekedett (*MEKH*, 2019b). A hőtermelésben mind az abszolút számokat, mind a részesedéseket nézve mérséklődött a megújulófelhasználás 2017-ben és 2018-ban (*MEKH*, 2019e).

¹² 2016-ban 82,5 százalék volt (végső energiafelhasználásról van szó) (*ITM*, 2018a: 59).

¹³ A sorrend: Paksi Atomerőmű, Mátrai Erőmű, AES Tisza II. Erőmű, Dunamenti Erőmű és Gönyői Erőmű. A 900 MW-os AES Tisza II. Erőmű üzemállapot-minősítése 2012 óta „állandó hiányos” (*MEKH–Mavir*, 2018: 46).

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

legmagasabb hatásfokú gáztüzelésű erőmű, a Gönyúi Erőmű kihasználtsága 2016-ban 40,3, 2017-ben pedig már 55,2 százalékra rúgott, szemben a 2013-as mindössze 7,4 százalékkal (*Mavir*, 2016: 14; *MEKH–Mavir*, 2018: 50).

Az ellátásbiztonságot illetően a megnövekedett áramimport a megfizethetőség és a környezeti fenntarthatóság szempontjából kedvező,¹⁴ de az elérhetőség dimenzióját illetően a kormányzat ezt kockázatnak tartja, különösen, ha ez a részesedés tovább nőne. A nettó import aránya uniós összehasonlításban is magas, ehhez azonban jelentős határkeresztező kapacitások társulnak.¹⁵ Bár a magas importhányadú órák jelentős részben árversenyképességi okokra vezethetők vissza, a probléma az, hogy a magyarországi beépített erőművi kapacitások az alacsony rendelkezésre állásuk miatt 2015 és 2018 között az órák 21,5 százalékában fizikailag sem voltak képesek a belföldi fogyasztást kielégíteni (*Bartek-Lesi et al.*, 2019a: i, 94). A kormányzat viszont úgy gondolja, hogy az áramellátás nem függhet az importtól, amelyet lekapcsolhatnak válsághelyzetben. Az elérhetőség dimenziójának ilyen fokú prioritizálása a jelenlegi politikai vezetés szuverenitásigényéből is eredeztethető, még ha ez furcsának is tűnhet az integrált árampiacok korában és az EU szabályozói szerepének a fényében. Kormányzati szemszögből tehát az a kérdés, hogy a beépített kapacitások elégségesek lesznek-e Magyarország jövőbeni áramigényének a kielégítésére. A kormány szerint Paks II. az egyedüli megoldás, hogy belföldi termeléssel fedezzék a keresletet.

A rendszerváltás óta három energiastratégiát fogadtak el Magyarországon. Az elsőt 1993-ban, ez másfél évtizedig élt. A 2008-ban elfogadott második stratégia a 2008–2020-as időszakra vonatkozott, de rövid életűnek bizonyult. A harmadik stratégiát, a 2030-ig szóló, de 2050-ig kitekintést adó nemzeti energiastratégiát 2011-ben, egy évvel az új kormány hivatalba lépése után hagyták jóvá (*NFM*, 2011). Új energiastratégia még 2019-ben várható.¹⁶

A 2011-es energiastratégiának két fő üzenete van: a növekvő közvetlen állami jelenlét és az olcsó atomenergiára alapozó gazdaságfejlesztés (*Felsmann*, 2011). A kormányzat a

¹⁴ Természetesen ez csak akkor igaz, ha eltekintünk attól, hogy erősen környezetszennyező erőművek által termelt áramot is importál Magyarország.

¹⁵ A határkeresztező kapacitások meghaladják a bruttó beépített kapacitások 47 százalékát (*ITM*, 2018a: 11–12).

¹⁶ A határidő elvileg 2019. szeptember 1-je.

hat árammix-szenárió közül az atom-szén-zöld forgatókönyvet választotta ki, amely új paksi blokkokat, egy új szén-erőművet, a megújulók esetében pedig a 2010–2020-as időszakra szóló, 2010-ben elfogadott magyar megújulóenergia-hasznosítási cselekvési tervben rögzített felhasználási pálya meghosszabbítását foglalja magában. A hatból két forgatókönyv nem számolt paksi bővítéssel. Az energiastratégia mindehhez azt is hozzátette, hogy az atom-szén-zöld forgatókönyv preferálása nem jelenti azt, hogy a többi irreális elemeket tartalmazna. Sőt, bizonyos külső és belső gazdaságpolitikai feltételek teljesülése esetén akár kormányzati preferenciaváltás is bekövetkezhet, hiszen új helyzetben más forgatókönyv adhat megbízhatóbb garanciát a biztonságos energiaellátásra (NFM, 2011: 14). Ez ellentmondani látszik a kormányzat azon állításának, hogy Paks II. nélkülözhetetlen. Valójában a 2010-ben hivatalba lépő kormány mindvégig az atomenergiára koncentrált.

4. Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású erőművi szektor forrásai Magyarországon

4.1. Atomenergia: többszörös függőség Oroszországtól

A magyar kormány az atomenergia nagy támogatója.¹⁷ Az MVM-en keresztül állami tulajdonban lévő – négy, egyenként 500 MW-os szovjet tervezésű blokkból álló – Paksi Atomerőmű a nyolcvanas évek óta működik. Az eredetileg harminc évre tervezett élettartamok további húsz évre való meghosszabbítása következtében a blokkokat a 2030-as években kell leállítani: rendre 2032-ig, 2034-ig, 2036-ig és 2037-ig. 2014-ben két kormányközi egyezmény és három megvalósítási szerződés jött létre az új blokkokról. Januárban írták alá a magyar–orosz kormányközi egyezményt a nukleáris energia békés célú felhasználása terén folytatandó együttműködésről. Ezt követte márciusban az atomerőmű építésének finanszírozásához nyújtandó állami hitel folyósításáról szóló kormányközi egyezmény (a pénzügyi kormányközi egyezmény). A három megvalósítási

¹⁷ A korábbi kormányok sem voltak ezzel másként (Antal, 2019). A paksi bővítés elvi lehetőségét 2009-ben szinte egyhangúlag fogadta el az Országgyűlés.

szerződés – a tervezési és kivitelezési, az üzemeltetési és karbantartási, valamint az üzemanyag-ellátási szerződés – pedig decemberben született meg az MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő és a Roszatom leányvállalata, a NIAEP között. 2014-ben még úgy volt, hogy a két új, egyenként 1200 MW kapacitású blokk¹⁸ – vagyis a jelenleginél nagyobb teljesítményű új erőmű – 2024-ben, illetve 2026-ban lép működésbe, azonban jelentős csúszás van. Ez csak részben van a már 2017 elején lezárult brüsszeli vizsgálatok miatt, ugyanis az orosz fél a műszaki tervet továbbra sem készítette el (B. Horváth, 2019; Magyarai, 2018; Somogyi, 2019; Telepaks, 2019). Jelenleg nem tudni, hogy mikortól üzemelnének az új blokkok, de az biztosnak tűnik, hogy a régiek és az újak egy ideig párhuzamosan működnek majd. A NEKT tervezetének mindkét forgatókönyve (meglévő, illetve új szakpolitikai intézkedések) azzal számol, hogy az új paksi blokkok működni fognak 2030-ra, ezzel Paks I. és Paks II. együttesen az áramtermelés kétharmadát adná. Az atomenergia részesedése az áramtermelésben nagyon hasonlóan alakul a két forgatókönyvben: mielőtt megugrana, csökken – 2020-ban 49 százalék, 2025-ben pedig 45 százalék körül lesz (3–8. melléklet) (ITM, 2018b, 2018c).

A 60 évre tervezett új blokkok állami tulajdonban lesznek, és 12,5 milliárd euróból épülnek meg, amely a magyar GDP több mint 12 százaléka. Az orosz költségvetés 10 milliárd euró nagyságú hitelkeretet biztosít a projekthez, az orosz állam ügynöke ehhez az állami Vnyesekonombank (VEB). A hitel 2014 és 2025 között használható fel. Az új blokkok működésbe lépéséig, de legkésőbb 2026 márciusáig 3,95 százalékos kamatot kell fizetni. A 21 éves törlesztési időszak legkésőbb 2026 márciusában kezdődik. A kamat mértéke a hiteltörlesztés első hét évében 4,5 százalék, a második hét évben 4,8 százalék, az utolsó hét évben pedig 4,95 százalék (Portfolio.hu, 2014). Bár az elmúlt időszakban számos kritika érte a hitelkamat nagyságát, az igazság az, hogy ez akkor nem számított kedvezőtlennek. Egyrészt akkoriban a magyar devizaadósság befektetésre nem ajánlott kategóriában volt, másrészt azóta a nemzetközi pénzpiacokon jelentős változások történtek. Viszont lehetőség van előretörlesztésre, amivel Magyarország élt is. Mindazonáltal a szerződéses rezsim súlyos hiányosságokkal terhelt, ami nem meglepő annak a fényében, hogy teljes titokban, megfelelő előkészítés és az államigazgatás bevonása nélkül tárgyalták. Az egyik fő probléma, hogy a pénzügyi kormányközi

¹⁸ A 2011-es energiastratégia még két 1000 MW-os blokkal számolt (NFM, 2011: 76–77).

egyezményt a megvalósítási szerződések előtt írták alá. Szintén kiemelendő, hogy a nukleáris beruházásoknál perdöntő menedzsmentkockázatok, az azokért viselt felelősségi viszonyok ismeretlenek.¹⁹ Hasonlóan elnagyolt a pénzügyi kormányközi egyezmény vitarendezési cikke. Mivel nincs nemzetközi választottbíróági mechanizmus beépítve, bármilyen vitás kérdésben a két félnek kell megegyeznie. Ráadásul az egyik cikk szerint ha a magyar fél fizetési hátraléka meghaladja a 180 napot, akkor az orosz félnek jogában áll a teljes tartozást egy összegben azonnal visszakérnie. Mivel ezt a magyar fél biztosan képtelen lenne teljesíteni, a vitarendezési eljárásban gyakorlatilag mindig az orosz félnek van igaza (Deák, 2014). Egy további probléma, hogy az elkövetkező években a projekt fel fogja a szívni szinte az összes állami forrást az energiatermelésben (Deák–Weiner, 2019: 142).

Amikor az orosz befolyásoló tényezőt értékeljük, akkor figyelembe kell venni, hogy erősen korlátozott a nukleáris szállítók listája, vagyis azoké, akik képesek reaktort és fűtőelemeket előállítani (Deák, 2018). Általában véve az atomenergia-szektor bajban van, különösen nyugaton, ami a francia Areva és az amerikai Westinghouse helyzetén jól látszik. Ugyanakkor a Roszatomnak javult a teljesítménye (Minin–Vlček, 2018: 98). Egy adott reaktortípus melletti elköteleződés nagyon hosszú távú együttműködést feltételez, hiszen a mintegy másfél évtizedes engedélyeztetési és építési folyamatot követően 50–60 év a reaktorok élettartama (Deák, 2018). 2013-ig úgy volt, hogy nyílt pályázaton döntenek a kivitelezőről (Pcblog.atlatszo.hu, 2018). Később viszont a kormány azt állította, hogy mindössze egyetlen szállító egyetlen reaktortípusa (a VVER 1200) felel meg a magyar igényeknek (HVG.hu, 2017b). Vagyis úgy tűnik, hogy a geopolitikai befolyásoló tényező nincs negatív hatással a projektre.

Az elérhetőség dimenzióját illetően: a kormányzat szerint Paks II. azért is növelni fogja az ellátásbiztonságot, mert a fűtőelemek megfelelő mennyiségben rendelkezésre állnak majd. Azt viszont tudni kell, hogy nincs lehetőség a fűtőelemek diverzifikációjára ennél a típusú reaktornál. A megújulókkal felértékelődik a nagyobb fokú rugalmasság, az atomenergia viszont meglehetősen rugalmatlan, vagyis az atomenergiából nyert áram esetében az elérhetőség dimenziójának van egy ilyen aspektusa is. További, elérhetőséget érintő probléma a nagy atomerőműblokkok esetében az, ha egy vagy több blokk kiesik,

¹⁹ A nyilvánosságra hozott szerződésekből kitakarták a felelősségre vonatkozó részeket (Jávor, 2019: 8).

akkor az a teljes áramtermelő kapacitáson belül egy bizonyos ideig nagyon jelentős veszteséget jelent. Az új blokkok építésének a csúszása szintén ilyen nagyméretű veszteségnek tekinthető, csak éppen a tervezett kapacitásokat illetően. A korábbi előrejelzések azt valószínűsítették, hogy Paks II. révén Magyarország nettó áramexportőrré válik (REKK, 2011), vagyis biztosítani kell a keresletbiztonságot, a piacot az áramnak. Az újabb előrejelzések azonban már azt mutatják, hogy éves alapon nézve Magyarország nettó importőr marad (ENTSO-E, 2015). A fő kérdés az, hogy mennyi ideig fognak párhuzamosan üzemelni a régi és új blokkok. Mindazonáltal attól, hogy Magyarország éves alapon nettó importőr marad, ez nem jelenti azt, hogy a keresletbiztonság garantálása nem lesz feladat bizonyos időszakokban, amikor alacsonyabb a belföldi fogyasztás. Egy következő, az áramtermelés elérhetőségével kapcsolatos probléma mutatkozott meg 2018 augusztusában, amikor a hűtésre használt Duna alacsony vízállása és magas hőmérséklete kockázatot jelentett mind az atomerőmű működésére, mind a Duna élővilágára. Ez a probléma az új és régi blokkok párhuzamos működése során különösen hangsúlyos lesz, és kérdés, hogy hűtőtornyok építése nélkül hogyan fogják ezt megnyugtatóan kezelni.

A Paks II. által termelt áram kapcsán a megfizethetőség dimenziója a magyar kormány két ígéretén – az olcsó áramon és a nyereséges projekten – alapul, de ezek aligha fognak teljesülni. Az Európai Bizottság arra jutott, hogy Paks II. esetében a befektetés megtérüléséhez szükséges hozam (a belső megtérülési ráta) alacsonyabb, mint a befektetett tőkének a költsége (a súlyozott átlagos tőkekölség). Ez azt jelenti, hogy piaci alapon nem éri meg a projekt (Fabók, 2017). Ahhoz, hogy a beruházás megtérüljön, komoly áremelkedésnek kell végbemennie. A kormány úgy kalkulál, hogy az alacsony árszintek mellett elmaradó beruházások miatt az áramárak olyan mértékben fognak nőni Európában,²⁰ ami mindkét célt biztosítani fogja. Ezzel szemben mások úgy számolják, hogy nem lesz olcsó a Paks II.-ből származó áram, és ilyen nagyságú áramár-emelkedés nem várható a piacon. Ha mégis ennyire megugranának az áramárak, akkor azok olyan lökést adnának az innovációknak – az energiahatékonyságnak és az egyéb energiatermelési technológiáknak –, amelyek valószínűtlenné teszik, hogy a magas ár

²⁰ Ugyancsak a kínálatot szűkítik majd az elavultság és különféle döntések miatt leálló európai erőművek. A keresletben pedig hosszú távon az elektromos autók is éreztetni fogják a hatásukat.

tartósan fennmaradjon (*Felsmann*, 2015). Az Európai Bizottság arra kötelezte Paks II.-t (illetve Paks II. vállalta), hogy a piaci likviditás biztosítása érdekében az áramtermelésének legalább 30 százalékát nyílt áramtőzsdén, a fennmaradó részét pedig objektív, átlátható és megkülönböztetésmentes módon árverések útján értékesítse. Ugyancsak vállalta Magyarország, hogy a piaci koncentráció megelőzése érdekében Paks II. funkcionálisan és jogilag független legyen a Paksi Atomerőmű üzemeltetőjétől (*European Commission*, 2017). Ezek az uniós intézményi befolyásoló tényező eredményei.

Az atomerőműveknél a teljes költségstruktúrában relatíve alacsony az üzemanyag költsége (szemben például egy gázerőművel). Az atomerőművek létesítése hatalmas költséget emészt fel, azután viszont hosszú ideig és olcsón tudnak termelni (*Deák*, 2018). A megújulóknak a legalacsonyabb a változó költségük. A sorban az atomenergia, majd a szén következik, míg a gáznak a legmagasabb a változó költsége (*Székffy*, 2014: 723). Ez azt jelenti, hogy amennyiben elköteleződnek egy alacsony változó költségű áramtermelési mód mellett, akkor miután kiépültek a kapacitások, ezeket mindenképpen működtetni is szeretnék, ami viszont komoly hatással van a többi energiahordozó lehetőségére – miközben jelentős változások történhetnek az energiapiacokon. A Paks II.-döntés a decentralizált, helyi energiatermeléssel szemben a centralizált energiatermelés mellett való állásfoglalást is jelenti.

A megújulókon kívüli világban, vagyis a fosszilis tüzelésű erőművek és az atomerőművek közül az atomerőmű és a szénerőmű tipikusan alaperőművek, amelyek zsinóráramot termelnek, folyamatosan üzemelnek, míg a gázerőművek sokkal rugalmasabbak, a keresletre reagáló csúcserőművek lehetnek (*Gonzalez-Salazar et al.*, 2018). A megújulók aszerint is különböznek, hogy menetrendtartók-e (*dispatchability*), vagyis tudják-e követni a fogyasztói igények változását. A szél- és fotovoltaikus erőművek nem menetrendtartók (*non-dispatchable*). Az időszakosság (*intermittency*) és a változékonyság (*variability*) közismert aggályok a megújulókkal kapcsolatban. A fő érv az atomerőművek mellett, hogy a vízenergiával együtt ezek az egyedüli olyan alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramforrások, amelyek nagy mennyiségben megbízható módon képesek zsinóráramot termelni (*Diesendorf*, 2016).

Kérdés, hogy hogyan férnek meg egymás mellett a megújulók és az atomenergia. Egyes elemzések szerint ugyanis az atomenergia magas aránya az árammixben gátolja a

megújulók elterjedését, sőt van olyan kutatás, amely megkérdőjelezi a kompatibilitásukat. Mások viszont azzal érvelnek, hogy nincs gond a párhuzamos használatukkal (Antal, 2019). Mezősi (2016) ezt a kérdést megfordítva úgy számol Magyarország esetében, hogy legalább 600 MW-os tartalékkapacitás és 10 GW-os fotovoltaiikus kapacitás esetén fordulhat elő 2030-ban, hogy néhány tizedszázalékkal csökkenjen az atomerőművi termelés (4,4 GW-os nukleáris kapacitást feltételezve), vagyis egy magasabb megújulás szint sem veszélyezteti a meglévő és új nukleáris blokkok termelését.

A Paks II.-ről szóló 2014-es döntés váratlan és korai volt. Egy idő előtti elköteleződés nemcsak azért lehet hátrányos, mert nem tudjuk, hogy a megújulók piaca hogyan fejlődik, hanem azért is, mert az sem látható, hogy milyen innovációk lesznek az atomenergetikában, amelyek csökkentik a beruházási és működési költségeket (Felsmann, 2015). Ezért is merült fel az MVM korábbi vezetője részéről a meglévő blokkok ismételt élettartam-meghosszabbítása, amit azonban a kormány elvetett (Portfolio.hu, 2017).²¹

A Paks II.-ügylet növelni fogja az Oroszországtól való függőséget, és számos kérdést vet fel a jövőbeli magyar–orosz politikai és gazdasági kapcsolatokat illetően (Weiner, 2017b: 212). Nemcsak a nukleáris szektort fogja meghatározni, hanem még Magyarország pénzügyi helyzetére is hosszú távú hatással lesz (Deák–Weiner, 2019: 137). Miközben a hitelt már 2026-tól törleszteni kellene, akkortól még biztosan nem fog üzemelni az erőmű. Ezért a kormány a pénzügyi kormányközi egyezmény módosításán dolgozik.

Végül a fenntarthatóság dimenziója kapcsán: az atomenergiának minimális az emissziója, de a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladékok kezelése továbbra is nagy kihívás. Az 1966-os magyar–szovjet kormányközi egyezmény és az 1994-es kiegészítő jegyzőkönyv szerint az orosz fél vállalta, hogy a Paksi Atomerőmű teljes élettartamára visszafogadja a kiégett nukleáris fűtőelemeket, míg a magyar fél kötelezettsége, hogy a fűtőelemeket kizárólag Oroszországtól szerzi be. A kiégett nukleáris fűtőelemek nagy részét 1989 és 1998 között visszaszállították a Szovjetunióba, illetve Oroszországba. Az eredeti megállapodás szerint az üzemanyag oroszországi újrafeldolgozása során

²¹ A 2011-es magyar energiastratégia a régi blokkok leállítást követően újabb nukleáris kapacitások megépítését is elképzelhetőnek tartja egy új telephelyen (NFM, 2011: 77, 107). 2017. október elején a Paks II.-ért felelős tárca nélküli miniszter utalásokat tett az újabb blokkok lehetőségére (Kormany.hu, 2017).

keletkező radioaktív hulladékokat és egyéb melléktermékeket Magyarországnak nem kellett visszavennie (s erre nem is került sor), ám az 1990-es években Oroszország már ezt kérte (OAH, 2011: 12). 2004-ben egy újabb jegyzőkönyvet írtak alá, amely továbbra is lehetőséget biztosít a fűtőelemek visszaszállítására (OAH, 2011: 13). Ez alapján került sor a 2. blokkban 2003-ban bekövetkezett súlyos üzemzavarban megsérült üzemanyagkötegek, illetve azok részeinek a visszavitelére (OAH, 2017: 28). Normál esetben a kiégett fűtőelemek először a pihentető medencékbe kerülnek minimum három évre, majd a Paks melletti Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójába mintegy 50 éves tárolásra (OAH, 2011: 103). Nagy aktivitású hulladékok befogadására alkalmas végleges tároló viszont nemcsak Magyarországon nincs, de még egyáltalán nem épült a világon. Magyarországon két tároló létezik a rövid élettartamú, kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok befogadására. Az atomerőművi eredetű, rövid élettartamú, kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére a Bábaapátiban üzemelő Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolóban van lehetőség, míg a Püspökszilágyban működő Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló alapvetően a nem atomerőművi eredetű, rövid élettartamú, kis- és közepes aktivitású hulladékok végleges elhelyezését szolgálja. A létesítmény része egy átmeneti tároló is, amely a nem atomerőművi eredetű, hosszú élettartamú hulladékokat fogadja be. Ezek a későbbiekben egy nagy aktivitású radioaktív hulladék-tárolóba kerülhetnek, ha az megvalósul (MVM Paks II., é. n.: 51). A 2014-es magyar–orosz kormányközi egyezmény alapján a Paks II.-ből származó kiégett üzemanyag kiszállítható Oroszországba technológiai tárolásra vagy technológiai tárolásra és újrafeldolgozásra. A technológiai tárolás vagy újrafeldolgozás esetén a nagy aktivitású radioaktív hulladék tárolásának időtartama 20 év, de ez meghosszabbítható. A kiégett üzemanyagot ebben az esetben is először a reaktorok melletti pihentető medencében tárolják majd (legfeljebb tíz évig) (MVM Paks II., é. n.: 52).

Természetesen a Csernobilhoz és Fukushimahoz hasonló balesetek valószínűsége kicsi, de ezek nagy intenzitású események (Deák, 2018). Ugyancsak itt kell megemlíteni az atomerőmű-leszerelést is, amely szintén hatalmas költséggel jár. A magyar lakosság többsége nem támogatja sem a Paks II.-projektet, sem az orosz kivitelezésű, orosz technológiájú beruházást (Hargitai, 2018).

4.2. Megújulók: középpontban a biomassa és a napenergia

Mint már utaltunk rá, a megújulóknál az elérhetőség dimenziója az időszakosság, a változékonyság és a nem menetrendtartóság kérdése körül összpontosul, az áramszektor ugyanis hálózatos iparág, ahol folyamatosan biztosítani kell a rendszer egyensúlyát. Ezeken kívül a technológiainport, illetve bizonyos nyersanyagok előfordulása is az elérhetőséghez kapcsolódó tényezők (Deák, 2018). Az előbbieket illetően a kérdés, hogy a megújulók legfeljebb mekkora részesedést szerezhhetnek az árammixben. Széles körben elfogadott felfogás ugyanis, hogy a nagy vízerőművek kivételével a megújulók csak kiegészíthetik a meglévő elektromos rendszereket, és hogy a megújulók részarányának van egy inherens felső határa (Hinrichs-Rahlwes, 2013: 90). A spektrum egyik végén a régi modell áll nagy, rugalmatlan alaperőművekkel, míg a másik végén egy új modell sejlik fel, amelyben a megújulóknak domináns szerepük van, és a kereslethez rugalmasan tudnak alkalmazkodni. Az utóbbi szószólói szerint ez lehetséges, amit mind a gyakorlat, mind a számítógépes szimulációk alátámasztanak (Diesendorf, 2016). Diesendorf (2016) szerint ennek négy fő feltétele van. Először is a szél- és a napenergia ingadozásait rugalmas és menetrendtartó megújulókkal kell kiegyensúlyozni mint a vízerőművek, a zöldgázzal működő nyílt ciklusú gázturbinás erőművek (*open cycle gas turbine*, OCGT) és a hőtároló rendszerekkel (*thermal energy storage*, TES) ellátott koncentrált/koncentrátoros termikus nap(hő)erőművek (*concentrated solar thermal power*, CSP). Másodszor, sokféle megújulóra – vagyis többféle technológiára és földrajzilag elosztott szél- és naperőműfarmokra – kell támaszkodni. Harmadszor, új távvezetésekre lehet szükség a megújulók földrajzi diverzitása érdekében. Negyedszer, a keresletoldali okosmenedzsment levághatja az áramfogyasztási csúcsokat, és menedzselni tudja az alacsony áramkínálatti időszakokat. Az okosmérőket és -vezérlőket az áramszolgáltatók és -fogyasztók kontrollálják, és a fogyasztók programozzák be, hogy lekapcsoljon hálózati csúcs idején, illetve amikor a kínálatti oldalon gond van. Stern (2017: 6) szerint a keresleti oldali menedzsment nemcsak a megújulók időszakosságából adódó problémát fogja tovább csökkenteni, hanem a gázos (és más fosszilis tüzelőanyagok elégetéséhez kapcsolódó) tartalékkapacitások iránti igényt is.

Úgy tűnik, a magyar kormány nem hiszi, hogy a megújulók komoly szerepet játszhatnak a jövőben. A megújulókkal kapcsolatban inkább a problémát látja, nem a lehetőséget:

egyrészt a támogatások miatt (megfizethetőség), másrészt terhet jelentenek az átviteli rendszerirányítónak (elérhetőség). Csakhogy a tapasztalat szerint a rendszer rugalmassága alulbecsült szokott lenni, a támogatásokat pedig annak fényében kell nézni, hogy Paks II. is jelentős állami támogatást kap. Ámon (2019) szerint a megújulóknál csak a gyors megtérülést támogatják, különben a bankok nem finanszíroznák ezeket a projekteket. A Nemzetközi Megújulóenergia-ügynökség (*International Renewable Energy Agency*, IRENA) által gyűjtött adatok szerint a 2017-ben üzembe állított, bioenergiát hasznosító erőművek, vízerőművek, geotermikus erőművek és szárazföldi szél erőművek által termelt áram teljesélettartam-költsége (*levelised cost of electricity*, LCOE) a fosszilis erőművekből származó áram teljesélettartam-költségére jellemző tartomány alsó végén volt (IRENA, 2018: 16).

A fenntarthatóság kérdése nem teljesen egyértelmű a megújulóknál sem, ugyanis a nem fosszilis áramtermelő technológiák is okoznak ÜHG-kibocsátást az életciklusuk során. Csakhogy Pehl et al. (2017) szerint a nap-, a szél- és az atomenergia esetében ez nagyságrendekkel kisebb, mint a szénnél és a gáznál, még a szén-dioxid-leválasztást és -tárolást is figyelembe véve. A víz- és a bioenergia esetében nagyon bizonytalan és változó, de a szén-dioxid-leválasztós és -tárolós fosszilizsékhöz mérhető (nagyobb, mint a gázos CCS-é, de kisebb, mint a szenes CCS-é) a kibocsátás az egész életciklusuk során (Evans, 2017). A fenntarthatósági kérdések a tartalékegyesítés-ellátási és energiátárolási igény miatt is felmerülnek. A régi modellben ugyanis a tartalékegyesítést fosszilis tüzelőanyagok, tipikusan földgáz tüzelésével biztosítják, ami ÜHG-kibocsátással jár. Az energiátároláshoz ugyancsak kapcsolódik kibocsátás.

Mint jeleztük, Magyarországon a szilárd biomassza erőteljesen uralja a megújulófelhasználást. Az áram esetében a másik fontos energiaforrás a szél, a hőtermelésnél pedig a geotermikus energia, amely a 2010-es évek közepén gyors felfutást mutatott. A közelmúltban a fotovoltaiikus energia lett a magyar kormány új kedvence az áramtermelésben, ami a 2017-es és 2018-as adatokon már meg is látszik. Szintén kormányzati döntés eredményeként új szeles kapacitást már nem létesítenek, vagyis idővel kivezetik a szélenergiát a rendszerből (Nagy, 2016; ITM, 2018a: 60).

A 2009-es megújulóenergia-irányelvben 13 százalékos nemzeti célszám szerepel 2020-ra a megújulók részarányára a bruttó végső energiafelhasználásban (Európai

Parlament és Tanács, 2009). A 2010-es megújulóenergia-hasznosítási cselekvési tervben azonban Magyarország 14,65 százalékra növelte a vállalását (NFM, 2010).

A legfrissebb statisztikákat tekintve a megújulók kedvező képet mutatnak, ugyanis a 13 százalékos nemzeti célszámot Magyarország már 2011-ben elérte (4. táblázat). Azonban két fontos megjegyzést kell tenni ehhez. Egyrészt 2013 óta csökken ez a részarány, másrészt ez csak a tűzifa statisztikai számbavételében történt változásnak köszönhető (REKK, 2017). Minekután áttértek a kínálati oldal adatairól a felhasználási oldalra, drasztikusan megemelkedtek a számok: a megújulók részesedése a bruttó végső energiafelhasználásban 2014-ben a korábban megadott 9,5 százalékról 14,6 százalékra nőtt (Eurostat, 2016). A jelenlegi trendek mellett viszont a 2020-as célteljesítés bizonytalanná vált. A másik célt, a megújulók súlyának 10 százalékra való növelését a közlekedésben 2020-ig szintén teljesíteni kell.

4. táblázat

A megújulók szerepe Magyarországon, 2006–2017 (%)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
A megújulók részaránya a bruttó végső energiafelhasználásban	7,4	8,6	8,6	11,7	12,7	14,0	15,5	16,2	14,6	14,4	14,3	13,3
A megújulókból termelt áram részesedése a bruttó áramfelhasználásban	3,5	4,2	5,3	7,0	7,1	6,4	6,1	6,6	7,3	7,3	7,3	7,5
A megújulók részaránya a fűtésben és hűtésben	11,4	13,5	12,0	17,0	18,1	20,0	23,3	23,7	21,2	21,2	20,9	19,6
A megújulók részaránya a közlekedésben	1,1	1,5	5,1	5,8	6,1	6,1	5,9	6,2	6,9	7,1	7,6	6,8

Forrás: MEKH (2019f).

A megújulók növekedését mind az uniós, mind a geopolitikai befolyásoló tényezőknek motiválnia kellene: egyrészt az uniós kötelezettségek és ösztönzők révén, másrészt mert a megújulók növekedésével csökkenthető az Oroszországtól való függőség. Azonban a statisztikai változás ideiglenesen enyhítette az uniós kötelezettségből adódó nyomást, míg a geopolitikai befolyásoló tényező, úgy tűnik, nincs hatással erre a kérdésre.

A megújuló energiából származó áram teljesélettartam-költségében történt változások ellenére a megújulós projektek megfizethetősége, illetve sorsa erősen függ az alkalmazott támogatási sémától. A közelmúltban változások történtek ebben. Az első támogatási

forma 2003 és 2007 között a kötelező átvételhez kapcsolódó kompenzációs célú pénzeszköz (KÁP) volt, amelyet a kötelező átvételi rendszer (KÁT) követett 2008 és 2016 között. A támogatási mechanizmusok harmadik generációja a megújulóenergia-támogatási rendszer (Metár), amelyet 2017-ben vezettek be (Haffner, 2018). A kormányzat 2011-ben jelentette be a meglévő támogatási rendszer revízióját, majd hat évig halogatta azt. Ezzel bizonytalanságot teremtett a piacon (Antal, 2019). A 2014–2020 közötti időszakban nyújtott környezetvédelmi és energetikai állami támogatásokról szóló 2014-es európai bizottsági iránymutatás jelentősen megváltoztatta a támogatási szabályokat. Fő szabály szerint 2017-től versenyeztetési ajánlattételi eljárás (aukciók) során kell nyújtani a támogatást (Varga, 2017: 6).

4.2.1. Biomassza: egy könnyű mód a megújulók szerepének a növeléséhez

A biomasszát illetően az elérhetőséggel kapcsolatban el kell oszlatni azt a tévhitet, hogy Magyarország biomassza-nagyhatalom. Továbbá: bár a biomassza megújuló energiaforrásnak számít, kimeríthető, de megújítható (Dinya, 2010: 913, 916). Más megújulókkal szemben a biomassza egyik előnye a pufferszepe: tárolható és adagolható, vagyis szabályozhatóbb, mint más megújulók (Dinya, 2018: 1187).

A fenntarthatóság dimenzióját illetően látni kell, hogy bár a biomasszából nyert energiát sokan „zöldenergiának” hívják, nem minden „bio” tekinthető „zöld”-nek: életciklus-elemzés alapján a bioenergetikai technológiák jelentős része nem környezetbarát (Dinya, 2018: 1186–1187). A szén vagy gáz biomasszával való helyettesítése elvileg csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást, mert a fa elégetése szén-dioxid-semlegesnek számít, minekután a kibocsátott szén-dioxidot a fa az élete során már megkötötte, illetve az újonnan ültetett fa felhasználja ezt.²² A biomasszához hasonlóan a biogáz is szén-dioxid-semlegesnek tekintendő. Ezzel kapcsolatban azonban 2018 júniusában szakértői véleményt adott ki az Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó

²² Az Egyesült Királyság Környezetvédelmi Ügynöksége szerint a biomassza energetikai célú hasznosítása során általában alacsonyabb az ÜHG-kibocsátás, mint a fosszilisok eltüzelésénél, de nem mindig. A rövid életciklusú erdei fából készített apríték áramtermelés céljából való elégetése 35–85 százalékkal kevesebb kibocsátással jár, mint a kombinált ciklusú gázturbinás erőműé, de a szalma használata esetenként több mint 35 százalékkal több kibocsátást eredményez (Bates et al., 2009). Az EASAC (2018) viszont azt hangsúlyozza, hogy egy egység villamos energia előállítása erdei biomasszából több szén-dioxid-kibocsátással jár, mint ha az erőműben szenet égettünk volna el.

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

Testülete (*European Academies' Science Advisory Council*, EASAC), amiben azt hangsúlyozzák, hogy az a felfogás, hogy minden bioenergia szén-dioxid-semleges, túlságosan leegyszerűsítő, és ez önmagában, kontextustól függetlenül nem jogosít fel az erdőhasznosítás növelésére. A biomassa elégetése során felszabaduló szén-dioxidot ugyanis valóban felhasználja a fejlődő növényzet, de legjobb esetben is évtizedek alatt (EASAC, 2018). A biomassa szállítása és importja, vagyis a távolság áthidalása szintén jelentősen hozzájárul a globális felmelegedési potenciálhoz, és más környezeti hatásai is vannak (Bowyer, 2012).

A szilárd biomassa részesedése 2017-ben 80,8 százalék volt a magyarországi megújulófelhasználásban.²³ 2016 óta csökken a felhasználása abszolút értelemben. Bár a részesedése 2017-ben minimálisan növekedett, a 2018-as előzetes adatok erőteljes esést mutatnak a relatív számokban is (MEKH, 2019c).

A magyarországi szilárdbiomassa-felhasználásban a tűzifa szinte kizárólagos szerepet játszik: 2016-ban 95,7 százalék volt a részesedése. A maradék szilárd biomassa: szalma. 2016-ban a tűzifa 73,4 százalékát a lakosság használta fel fűtési célra, az erőművek részesedése 15,4 százalékra rúgott, míg a távhőé 5,7 százalékra, az ipari célú felhasználásé pedig 5,5 százalékra (5. táblázat) (Bartek-Lesi et al., 2019b: 22). A hazai tűzifa-kitermelésből, az energiaültetvények termeléséből és a tűzifaimportból azonban nem jön össze a felhasznált tűzifavolumen, ami különösen problémás és sürgősen megoldandó helyzetet jelent az ellátásbiztonság elérhetőség, megfizethetőség és fenntarthatóság dimenzióit illetően egyaránt (Bartek-Lesi et al., 2019b: 22–25).

5. táblázat

A szilárd biomassa magyarországi energetikai célú felhasználásának mérlege 2016-ban (PJ)

Összes megújulóenergia-felhasználás	125,5
Szilárd biomassa	100,9
Szalma (erőművi felhasználás)	4,3
Tűzifa (összes felhasználás)	96,6
Tűzifa erőművi felhasználása	14,9
Tűzifa távhőcélú felhasználása	5,5
Tűzifa energetikai célú ipari felhasználása	5,3
Tűzifa fűtési célú lakossági felhasználása	70,9

Forrás: Bartek-Lesi et al. (2019b: 22).

²³ Itt nem végső, hanem elsődleges energiafelhasználásról van szó.

A tűzifa domináns szerepe a biomasszában belül újragondolandó. *Dinya* (2018: 1187) szerint a biomassza energiacélú előállításának preferálása helyett a biomassza előállításakor (és az emberi tevékenység során) keletkező melléktermékek energetikai hasznosítására kellene koncentrálni. A biomassza (mint nyersanyag) energetikai célú felhasználása komoly ráfordítások nélkül nem lehetséges, amit figyelembe kell venni, amikor az ellátásbiztonság megfizethetőség dimenzióját értékeljük. Ezért a 2010-es magyar megújulóenergia-hasznosítási cselekvési terv a melléktermékek és hulladékok nagyobb arányú felhasználását kívánja ösztönözni a biogáz- és a tüzeléstechnikai alkalmazás területén. A cselekvési terv a biomassza energetikai alkalmazását ennek a szellemében új alapokra szeretné helyezni. A hő esetében a nagy erőművi kapacitások helyett a helyi hőenergia-termelésre történő felhasználást, az áramtermelésben pedig a kis- és közepes kapacitású, lokális, térségfejlesztési hatással rendelkező erőművek létesítését támogatja (*NFM*, 2010: 170–171). Hasonlóan, *Büki-Lovas* (2010: 26) azt hangsúlyozza, hogy a minél nagyobb földgáz-helyettesítés érdekében a biomasszát elsősorban közvetlen hőellátásra és kapcsolt energiatermelésre célszerű hasznosítani. A közvetlen áramtermelő fa- és szalmatüzelésű erőművek energetikailag rossz megoldásnak számítanak, mert kicsi a hatásfokuk. A fűtőerőművekben van példa arra, hogy nemcsak a megfizethetőségre, hanem az elérhetőségre is hivatkozva átállnak gázzal tipikusan hazai biomasszára, míg a biomassza máskor szént helyettesít. A lakosságnál fontos fenntarthatósági kérdés, hogy milyen állapotú fát milyen kazánban tüzelnek el.

A NEKT tervezete szerint az új szakpolitikai intézkedésekkel a szilárd biomassza szerepe a beépített áramtermelő kapacitásokban a 2015-ös 295 MW-ról 2020-ra 357 MW-ra, 2025-re 370 MW-ra, 2030-ra pedig 449 MW-ra nő (8. és 9. melléklet) (*ITM*, 2018a: 24; *ITM*, 2018c). A fűtés-hűtésben az új szakpolitikákkal a szilárd biomassza felhasználása szintén tovább növekszik: 2015-ről 2030-ra mintegy 13 százalékkal. Míg a távfűtéshez kapcsolódóan nagyon jelentősen emelkedik a biomassza-felhasználás, addig a lakosságnál a jelenleg is tartó csökkenést követően a 2020-as években stagnálni fog (6. táblázat) (*ITM*, 2018a: 24). Kritikusok arra figyelmeztetnek, hogy a magas megújuló- és hulladékalapú hő a távfűtésben megvalósíthatósági és fenntarthatósági kérdéseket vet fel: a téli igénybevételre méretezett hőtermelő egység nem alkalmazható nyáron (kisebb, nyári

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

6. táblázat

A megújuló energiaforrásokból előállított fűtési-hűtési energia Magyarországon technológia szerinti bontásban a NEKT tervezete szerint az új szakpolitikai intézkedések mellett, 2015–2030 (Mtoe)

	2015	2023	2025	2027	2030
Geotermikus energia	0,096	0,143	0,161	0,180	0,215
Napenergia	0,011	0,013	0,014	0,015	0,016
Szilárd biomassa	2,027	2,071	2,123	2,190	2,283
Biogáz	0,016	0,021	0,023	0,025	0,029
Légtermikus hőszivattyú	0,001	0,007	0,009	0,014	0,020
Geotermikus hőszivattyú	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004
Hidrotermikus hőszivattyú	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<i>Összesen</i>	<i>2,154</i>	<i>2,259</i>	<i>2,335</i>	<i>2,429</i>	<i>2,570</i>
Távfűtés	0,163	0,294	0,329	0,377	0,451
Lakossági biomassa	1,765	1,611	1,611	1,611	1,611

Forrás: ITM (2018a: 24).

kazánt is be kellene építeni); nem lehet biomasszát vagy hulladékot beszállítani városias területekre; a hulladékegetés pedig fenntarthatósági okból kerülendő (*Energiaklub et al.*, 2019).

4.2.2. Napenergia: a felívelő iparág

A fotovoltaikus rendszerek esetében az elérhetőség dimenziója a napsugárzásra és a technologiaimportra vonatkozik. A napsütéses órák számát tekintve Magyarországon jobbak a feltételek, mint a fotovoltaikus kapacitásokban világelső Németországban (*Munkácsy et al.*, 2014: 67). Ennek ellenére a fotovoltaikus erőművek éves átlagos kihasználtsága mindössze 15,2 százalék volt 2017-ben. 2017 végén az engedélyköteles és nem engedélyköteles fotovoltaikus beépített kapacitás nagysága 314,4 MW-ot ért el (ebből a nem engedélyköteles háztartási méretű kiserőművek 221,2 MW-ot képviseltek), szemben a 2010 végi csupán 2 MW-tal (*MEKH–Mavir*, 2018: 36, 52; *IRENA*, 2018: 25). Ezek a számok továbbra is alacsonyak, de nagyon jelentős felfutás van az iparágban. A NEKT tervezetében azt írják, hogy a cél az, hogy a 2018-as 700 MW körüli beépített kapacitás a 2022-2023-as évekre 3 GW-ra nőjön (*ITM*, 2018a: 22). A meglévő szakpolitikai intézkedésekkel a fotovoltaikus áramtermelő beépített teljesítőképesség 2030-ban meghaladná a 4 GW-ot (5. melléklet), az új szakpolitikai intézkedésekkel viszont 6,6 GW-nál is nagyobb lehet (8. és 9. melléklet) (*ITM*, 2018a: 10, 61, 100–101; *ITM*, 2018b, 2018c). Problémát jelent az előrelépésben a nehézkes és hosszú engedélyeztetés, valamint a

napelemekre kivetett termékdíj. Bizonyos esetekben egy évig is elhúzódik a telepítéshez szükséges mintegy negyven hatósági hozzájárulás beszerzése. A napelemekre 2015-ben bevezetett termékdíjat 2018-ban ugyan megfizették, de még így is magasnak számít az európai átlaghoz képest (HVG.hu, 2017a). Pozitív változás a szektorban elsősorban a támogatások rendszerében történt. Van olyan értelmezés, amely szerint a fotovoltaikus rendszerek priorizálása az uniós támogatásoknak, valamint annak köszönhető, hogy a lakosság és a közhatalmuk is bevonhatók ebbe a körbe (Nagy, 2016). A magyarországi napelemgyártás viszont eddig kudarcot hozott. A Magyar Napelem Napkollektor Szövetség úgy véli, hogy lehetetlen állami támogatás nélkül a napelemgyártás Magyarországon (Szabó D., 2017). Büki-Lovas (2010: 84) szerint a magyarországi fotovoltaikus programban fontos szerepe van a kutatás-fejlesztésnek, az ágazat nemzetgazdasági jelentőségű tudományos háttértámogatással rendelkezik, és magas hozzáadott érték megteremtésére képes. A fenntarthatóságot illetően a nagy fotovoltaikus parkok földhasználata mellett a fotovoltaikus cellák gyártása során használt veszélyes anyagok emelhetők ki (Union of Concerned Scientists, é.n.-b). Bár Magyarországon nincs koncentrált termikus naphőerőmű, ezekkel kapcsolatban fontos hangsúlyozni, hogy a hűtésük vizet igényel, ami szintén fenntarthatósági kérdés.²⁴

4.2.3. Szélergia: de facto betiltva

A napenergiával szemben a szélergia nagy vesztes Magyarországon. 2016-ban gyakorlatilag betiltották a széles projekteket, bár fontos tudni, hogy engedélyt már 2006 óta nem adtak ki. Amikor a magyarországi szélergia-szektor elérhetőségi dimenzióját értékeljük, akkor a szélergia-potenciálon és a technológiaimporton van a hangsúly. Valóban igaz, hogy Magyarország területének mindössze 5,5–6 százalékán érdemes szélerőművet telepíteni, de még ez a lehetőség is messze nincs kihasználva (Munkácsy, é. n: 14). A korábbi számítások 7623 MW és 10 694 MW közöttire valószínűsítették a potenciált, a technikai fejlődést figyelembe vevő újabb kalkulációk viszont a 2050-es évekig 9517 MW ($\pm 15\%$) kapacitás kiépítését látják megvalósíthatónak (Munkácsy et al.,

²⁴ Az ÜHG-kibocsátásnál kevesebb figyelmet kap a vízlábnyom. Vizet használnak (1) gőzzé alakítva a turbinák meghajtására, (2) a füstgázok kéntelenítésére a szén létesítményekben, (3) hűtésre, (4) tisztításra, valamint (5) az energianövények termesztéséhez. A különféle erőművek vízfelhasználásáról lásd Macknick et al. (2012).

2014: 147). Ezzel szemben az utolsó turbinát 2011-ben üzemelték be. Akkorra 37 szélfarm működött összesen 172 toronnyal és 329 MW beépített kapacitással. Utóbbi 2017 végén 324,9 MW-ra rúgott (Illés, 2017; MEKH–Mavir, 2018: 53). A szél erőművek éves átlagos kihasználtsága 25,9 százalék volt 2017-ben (MEKH–Mavir, 2018: 53, 55), ami európai összehasonlításban jónak tekinthető (Tóth–Schrempf, 2013: 15).²⁵ A jelenlegi kormány úgy gondolja, hogy a szél nem optimális Magyarország számára, s nincs helye a rendszerben (Német, 2016). 2010-ben még máshogy vélekedtek. A 2010-es magyar megújulóenergia-hasznosítási cselekvési terv 2020-ra 740 MW-os összteljesítményt célzott meg, megjegyezve, hogy ez a célkitűzés a villamosenergia-rendszer szabályozhatósági korlátjához igazodik: a rendszer ennyi szélenergiát képes befogadni (NFM, 2010: 202). A Magyar Szélenergia-ipari Társaság (MSZIT) szerint viszont akár 1200 MW-ra is lehetne növelni a kapacitást anélkül, hogy veszélybe kerülne a hálózat működése, ugyanis a kiegyenlítés problematikája igaz lehetett egy-másfél évtizeddel ezelőtt, azóta viszont a hálózaton és a szabályozhatóság terén jelentős előrelépések voltak (Illés, 2017). 2009-ben a baloldali kormány 410 MW összteljesítményre hirdetett meg pályázatot, amelyre közel háromszoros volt a túljelentkezés (Tóth et al., 2011), azonban az új Orbán-kormány 2010-ben hibákra hivatkozva visszavonta azt (Nagy, 2016). Az MSZIT szerint a tender érvénytelenítését követően egy rövid ideig úgy tűnt, hogy a meglévő szél erőművek is áldozatul eshetnek (Energiaskanzen.hu, 2012). Ebben a helyzetben különösen érdekes, hogy a Magyar Nemzeti Bank által 2019 februárjában publikált versenyképességi program nemcsak a naperőműveket, hanem a szélenergiát is támogatná (MNB, 2019: 205).

Különböző magyarázatok születtek az Orbán-kormány szél erőmű-ellenes hozzáállására. A kormány elsőszámú indoka a már említett kiegyenlítés problematikája. A szélenergia nagymértékben függ az időjárástól, ráadásul éjjel a legerősebb a szél a rotor magasságában (Szalai et al., 2010: 956). Mivel a termelést nehéz pontosan előre jelezni, ezért a szél erőműveknél a legmagasabb a kiegyenlítő költség. A kormány azzal érvel, hogy a túltermelés nem szándékolt áramlásokhoz (*loop flow*) vezethet, amelyek extra költségeket okozhatnak a rendszerben. A korábban tervezett nem túl nagy kapacitások fényében ezek a félelmek meglehetősen eltúlzottak. Ahogy jeleztük, a kormány nem bízik

²⁵ 2016-ban az uniós átlag 24,5 százalék volt (European Commission, 2018a: 101).

a megújulóknak, a kormány megközelítésének ez a rendszer túl decentralizált és szétaprózott (Nagy, 2016). Az is túlzás, hogy a szélerőmű-kapacitás növeléséhez szabályozási okból szivattyús tározós erőműre lenne szükség. Ez az érv korábban Paks II.-vel kapcsolatban is elhangzott. További ellenérvek a természeti és tájérték megőrzése, vagyis az esztétikai hatás. Ez egy valós fenntarthatósági kérdés. Ugyancsak fenntarthatósági dilemmák: a jelentős mértékű földhasználat (Swain *et al.*, 2015), a felvillanás, árnyékhatás, vibrálás (diszkóeffektus), a mechanikai és aerodinamikai zaj, a növényvilágra való hatás, a madarakkal való fizikai kontaktus, valamint a jegesedés (a lapátokra ráakadó jég forgáskor történő letörése) (Szalai *et al.*, 2010: 953–955). Ezeken túl a szélerőművekkel szemben a politikai aspektusok is meghatározók lehetnek, mivel a magyar szélenergia-szektor a baloldali kormányokhoz kötött: 2006-ban botrányos körülmények között osztották ki a kvótákat, a 2009-es tender pedig szintén a szocialisták idején volt. További problémát jelenthetnek a külföldi tulajdon magas aránya, az alacsony foglalkoztatás a szektorban, a külföldi gyártású turbinák szerepe és a hazai beszállítók kis súlya. Végül egy magyarázat lehet az is, hogy a szélerőművek ne zavarják meg Paks II. piacát (Szabó M., 2016).

Mivel a szélerőművek energiaforrása, a szél ingyen van, ezért ebben az esetben a megfizethetőséggel a szélerőművekkel termelt áram ára kapcsán érdemes foglalkozni. Egy szélturbina élettartama 25 év körül van, míg a megtérülési idő különböző lehet. Ha a beruházás megtérült, akkor a szélerőmű nagyon olcsón termel. A széles projektek nem részesültek beruházási támogatásban, de az üzemeltetők a piaci árnál magasabb KÁT-árat kapnak a beruházás megtérülésének idejéig, majd a szabadpiacon értékesítenek (MSZIT, 2011). A 2009-ben meghirdetett pályázaton azonban voltak olyanok, akik támogatás nélkül is megvalósították volna a szélerőmű-projektjüket (Antal, 2019). Az MSZIT 2011-ben azzal érvelt, hogy a már megtérült, szabadpiaci áron értékesítő szélerőművek nettó 8-12 Ft/kWh áron értékesítenek, ami már összevethető a Paksi Atomerőmű által termelt áram árával. A MSZIT azt is hangsúlyozta, hogy a szélenergia támogatása minimális terhet jelent a fogyasztóknak (MSZIT, 2011).

4.2.4. Vízenergia: a politikailag érzékeny belső tartalék

A vízenergia nagy múltú áramforrás, amelyet a rendszerszabályozásban is fel lehet használni. 2017 végén a magyarországi vízerőművek összesített teljesítőképessége mindössze 57,5 MW-ot tett ki – a háztartási méretű kiserőművek figyelembevétele nélkül (MEKH–Mavir, 2018: 56). Magyarország nem gazdag vízenergiában, mert kevés a hegy és a csapadék, a bővizű folyók pedig meglehetősen sík területen haladnak végig. Ugyan korlátozottan, de azért vannak lehetőségek a vízenergia terén Magyarországon. A kiaknázható villamos teljesítmény 989 MW-ra tehető. Ennek az energiapotenciálnak csaknem a háromnegyedét a Duna adja, ezt követi a Tisza és a Dráva. A Tiszán van a legtöbb beépített kapacitás, a Dunán elhanyagolható nagyságú, míg a Dráva teljesen kiaknázatlan (Büki–Lovas, 2010: 94). Bár mindkét fő típusú – átfolyós és tározós – vízerőmű működik Magyarországon, a tározós erőmű speciális fajtája, a szivattyús tározós erőmű nem létezik. Magyarországon a nagyobb léptékű vizes projektek politikailag vállalhatatlanok a bős (gabčíkovói)–nagymarosi vízlépcső óta, amely a rendszerváltás egyik szimbóluma is. Mint ismeretes, a környezetvédők és civilek tiltakozására Magyarországon 1989-ben leállították az építkezéseket, majd a magyar fél 1992-ben felbontotta az 1977-es államközi szerződést. Ezt követően a csehszlovákok elterelték a Duna nagy hányadát a bősi vízerőműhöz. A konfliktus máig nem zárult le, annak ellenére, hogy a hágai Nemzetközi Bíróság 1997-ben arra kötelezte a feleket, hogy tartsák be az 1977-es szerződést. Amíg nincs kétoldalú kompromisszum, addig Magyarország nem kaphatja meg a részét a több mint két és fél évtizede működő bősi vízerőmű áramtermeléséből (Szeredi *et al.*, 2010: 970–971). Ezért a 2010-es magyar megújulóenergia-hasznosítási cselekvési terv csak kis- és közepes teljesítményű vízerőművekkel számol (Gerse, 2014: 783, 785). A Duna magyarországi szakaszának jelentős része (a teljes 417 folyamkilométerből 140) közös Szlovákiával. Itt szlovák hozzájárulás nélkül nem lehetséges a vízenergia hasznosítása. A Dunakanyar és a déli országhatár között más országok joga nem korlátoz, csak a Duna Bizottság nemzetközi kormányközi szervezet, amely Adonynál és Fajsznál határozta meg a hajózáshoz szükséges vízlépcsők helyét (Szeredi *et al.*, 2010: 970–972). A déli határon szintén a szomszédsági kérdések korlátozzák a vízenergia-hasznosítást. A lehetséges nagymarosi és fajszi vízerőművek gazdaságosságát vizsgálva Kerényi–Szeredi (2012) arra jutott, hogy

a projektek gazdasági támogatás nélkül is megvalósíthatók. A fenntarthatóság viszont az elérhetőség és a megfizethetőség dimenziói előtt van a prioritássorrendben. A vízerőművek esetében a fenntarthatóság alapvetően a földhasználatra és az élővilágra vonatkozik. Ezek mellett azonban tudni kell, hogy az életciklusuk egésze során nézve a vízerőműveknek relatíve magas lehet a kibocsátásuk (*Union of Concerned Scientists*, é. n.-a). Amint említettük, a szivattyús tározós erőmű kérdése időről időre felmerül, de a környezeti fenntarthatóság védői a kezdeményezés ellen vannak, bár Európa számos országában üzemel ilyen vízerőmű (Büki-Lovas, 2010: 96). Két lehetséges helyszín a Dunakanyar és a Zempléni-hegység, de megvalósításuk ellenállást fejtene ki a környezetvédőkből.

5. Fosszilis tüzelőanyagok az erőművi szektorban

5.1. Szén: még egy évtizedig velünk maradhat

A szén az az energiahordozó, amely esetében az elérhetőség és a fenntarthatóság komolyan szemben állnak egymással. Míg az elérhetőség szempontjából a szén kedvező tulajdonsággal bír, addig a fenntarthatóságot illetően ennek az ellenkezője igaz. A szén kiemelt szerepet játszott az 1990-es évek energiapolitikai diskurzusaiban a meglévő szénbányák és -erőművek miatt. Az elérhetőséget illetően: a hazai széntermelés a Mátrai Erőműt ellátó két külszíni lignitbányánál koncentrálódik. Ezeken kívül csak néhány kis szénbánya működik. A két bányában a lignit hatalmas mennyiségben áll rendelkezésre. Általában véve a lignitbányászat során a fenntarthatósághoz olyan környezeti hatások kapcsolódnak mint a zaj, a por, a geológiai és hidrogeológiai változások, valamint a meddőhányók sorsa (Widera *et al.*, 2006: 156). A lignit a legalacsonyabb minőségű szén, aminek magas a kéntartalma. A lignittüzeléskor magasabb a szén-dioxid-kibocsátás is, mint a kőszénnél.²⁶ Bár a Romániába irányuló magyar lignitexport már megszűnt, a magyarországi lakosságot továbbra is ellátják lignittel, aminek nagyon súlyos

²⁶ Ezt egységnyi energiatartalomra vetítve kell nézni.

következménye van, hiszen a lignitet olyan kazánokban tüzelik el, amelyekhez nem kapcsolódik szűrőberendezés. Ugyan a NEKT tervezetének határozott célja a fűtési célú lakossági szénfelhasználás kivezetése, a közelmúltban több külszíni lignitbányát nyitottak (Botár, 2018). Ezek viszonylag jelentős mennyiségű rossz minőségű lignitet adnak el lakossági fűtési célra (Energiaklub et al., 2019).

A Mátrai Erőmű elavult, és jelentős mennyiségű káros anyagot bocsát ki, még ha jelenleg meg is felel az előírásoknak. Magyarország legnagyobb szén-dioxid-kibocsátója, körülbelül 10 százalék a részesedése. Bár a megfizethetőség szempontjából a hazai lignit nem okoz gondot (az alacsonyan tartott bányajáradék is kedvez [Greenpeace Magyarország, 2018]), a megtermelt áram számára könnyen problémát jelenthet az emisszióval kapcsolatos költség. A két bányájának köszönhetően a Mátrai Erőmű nem függ a lignitárak változásától, a nyereségesség elsősorban az áram- és szén-dioxid-árak változásán áll. Az erőmű 100 százalékban vásárolja a szén-dioxid-kvótákat (Mert.hu, é. n.-b). Az egészségre káros kén-dioxid, nitrogén-oxidok és por kibocsátásának megfékezésére további jelentős beruházásokra lenne szükség (Forbes.hu, 2017). Az erőmű a 2017-es hatalmas veszteség után 2018-ban is veszteséges volt – hiába számítottak profitra 2018-ban (Stubnya, 2019).

A 2020-as évek közepéig lejárnak a Mátrai Erőmű működési engedélyei. 2019. március végi hír szerint viszont a 884 MW lignites kapacitásból 2029-ig 600 MW-ot üzemben kívánnak tartani, ami azt kell, hogy jelentse, hogy a vonatkozó licenceket meg fogják hosszabbítani (Portfolio.hu, 2019). Új lignittüzelésű erőmű építése azonban nem valószínű – a 2011-es energiastratégiában rögzítettek ellenére. A biomasszával (mezőgazdasági hulladékkal [Marnitz, 2018a]) való együtt-tüzelés, de leginkább a vállalat aktivitása a fotovoltaiikus napenergia terén a fenntarthatóság felé való elmozdulásra utal. A biomassza a megfizethetőség dimenziója szempontjából is fontos, hiszen ennek köszönhetően az erőmű a megújulóenergia-támogatási rendszer egyik legnagyobb kedvezményezettje (Greenpeace Magyarország, 2018).

Az új ellenőrző tulajdonos megjelenése természetesen új kérdéseket vet fel a jövőt illetően. A privatizáció óta német tulajdonosok ellenőrizték az erőműt, míg a kormánynak az MVM-en keresztül kisebbségi részesedése van. 2018 óta viszont Mészáros Lőrinc ellenőrzése alatt áll a társaság. Az erőmű terve szerint 2030-ban a Mátrai Erőműnek egy

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

1600 MW-os létesítménynek kell lennie. Ebből 600 MW lenne a tárolói kapacitás, 500 MW a gáz (a jelenlegi 66 MW-tal szemben), 400 MW a fotovoltaikus energia, 100 MW a biomassa és 31 MW a hulladékból származó tüzelőanyag (*refuse-derived fuel*, RDF) (*Portfolio.hu*, 2019). A Mátrai Erőmű nem egy teljesen különálló létesítmény, hanem egy ipari park részeként működik. Az erőmű melléktermékeinek a hasznosítására különböző iparágak települtek az erőmű közelébe (*Kurucz*, 2014: 2). Az erőmű jelentős foglalkoztatási pozíciót is betölt. Az erőműnél és a két külszíni bányánál nagyjából 2100 főt foglalkoztatnak, akikhez jönnek még a külső vállalkozók a karbantartási, kivitelezési, termelési munkákhoz (*Mert.hu*, é. n.-a). Ezen felül vannak még a kapcsolódó vállalatok munkavállalói. Ez azt jelenti, hogy az erőmű sorsának az alakulása viszonylag széles kört érint.

A Mátrai Erőmű mellett jelenleg összesen két olyan erőmű van, amely szenet, illetve szenet is használ: az Ajkai Hőerőmű és a Hamburger Hungária hullámalappapír-gyártó cég erőműve Dunaújvárosban. 2017-es információ szerint az Ajkai Hőerőmű cseh barnaszenet használ legfeljebb 10 százalékos arányban az áram- és hőtermelésben (*Ajkai Hőerőmű*, telefonos közlés, 2017. június 29.), míg a Hamburger Hungaria esetében a szén részesedése meghaladta az egyharmadot 2017-ben, de nem ismerjük az eredetét (*Hamburger Hungária*, 2018).²⁷ Ez azt jelenti, hogy az erőművi szektorban nincs orosz szénfüggőség. Európában számolva a teljes magyar szén- és széntermékimport 5,9 százaléka érkezett Oroszországból 2017-ben (2016-ben 2,6 százaléka, 2018-ban 12,7 százaléka) (*Comext*, 2019).

A 2011-es energiasztratégia két magyarázatot ad arra, hogy miért kell fenntartani a szénalapú energiatermelést. Egyrészt energetikai krízishelyzetben (például gázárrobbanás vagy nukleáris üzemzavar idején) ez az egyedüli gyorsan mozgósítható belső tartalék.²⁸ Másrészt nem akarják, hogy az értékes szakmai kultúra megszűnjön, mert arra szükség lehet nemcsak vészhelyzetben, hanem egy esetleges jövőbeni nagyobb szénfelhasználás esetén is. Utóbbira akkor kerülhet sor, ha megfelelnek a fenntarthatósági és emissziós kritériumoknak a szén-dioxid-leválasztási és -tárolási,

²⁷ A cég nem reagált a megkeresésünkre.

²⁸ A 2013-as Ásványvagyon-hasznosítási és készletgazdálkodási cselekvési terv szerint a belföldi szénbányászatból származó primer energia jelenlegi éves mennyisége megduplázható a hazai szénvagyon bázisán (*NFM*, 2013: 6).

valamint tisztaszén-technológiák révén (NFM, 2011: 73). A probléma ezekkel az érvekkel az, hogy igencsak kérdéses, hogy egy válsághelyzetben jelentős mennyiségű lignit/szén mobilizálható és felhasználható lenne. A Mavir a magyar villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú (2031-ig szóló) forrásoldali kapacitásfejlesztési tervében 2016-ben azt hangsúlyozta, hogy a szénerőművek lényegében csaknem teljesen eltűnhetnek a hazai palettáról. A szénnek csak a vizsgált időhorizont, vagyis 2031 után lehet szerepe – az energiastratégiában említett technológiák révén. A nagyerőműveket illetően addig csak a földgázra és a nukleáris hasadóanyagra lehet alapozni. A folyékony szénhidrogén a tartalékokhoz használható (Mavir, 2016: 20). A NEKT tervezete szerint a meglévő szakpolitikai intézkedésekkel 2030-ra a szén szerepe ugyan nem szűnik meg az áramtermelésben, de minimálisra csökken (3–5. melléklet) (ITM, 2018b): a kisebb kapacitású, ipari hőt és távhőt szolgáltató kapcsolt erőművekre korlátozódik (ITM, 2018a: 37). Az új intézkedések esetén viszont 2030-ra a szén teljesen kivezetik a rendszerből (6–8. melléklet) (ITM, 2018c).

5.2. A földgáz: egyre diverzifikáltabb és kevésbé Oroszország-függő

A magyar gázfogyasztóban sokáig nagyon pozitív kép élt a földgázról az elérhetőség, a megfizethetőség és a fenntarthatóság szempontjából egyaránt. Az elérhetőséget illetően a 2009. januári orosz–ukrán gázválság volt a vízválasztó. A megfizethetőség kérdése máshogy jelent meg a lakossági és a nem lakossági szegmensben. Míg a nem lakossági szegmensben a piaci folyamatok utat nyerhettek, addig a lakosság számára a gázárak növelése tabutéma volt. Mindeközben a gáz renoméja nem kopott meg a fenntarthatóság oldaláról.

Kevés kivétellel a gázfogyasztás 2006-ig folyamatosan nőtt Magyarországon. A csökkenés 2007-ben kezdődött, majd 2014-re a 2006-os csúcs 57,7 százalékára zuhant vissza a kereslet. 2015 óta azonban ismét növekszik (7. táblázat) (Eurostat, 2019c; MEKH, 2019d). A gázfelhasználás 2017-ben 10,3 milliárd köbmétert képviselt (MEKH, 2019a: 28). Ennek következtében, ahogy jeleztük, a gáz szerepe csökkent az energia-, az áram-, illetve a hőmixben, bár mostanság ismét növekedés figyelhető meg. A gázfogyasztás 2007 és 2014 között bekövetkezett erőteljes visszaesése alapvetően a (relatív) gázárak

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

7. táblázat

Magyarország gázmérlege, 2006–2017 (TJ)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Elsődleges termelés	99 734	83 926	83 981	95 764	93 570	88 562
Import	394 454	358 995	390 442	331 059	331 283	276 281
Export	185	716	787	2 955	7 801	19 495
Készletváltozás	-14 330	5 985	-31 475	-40 697	-6 097	46 282
Bruttó belföldi felhasználás	479 672	448 190	442 161	383 171	410 955	391 630
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Elsődleges termelés	74 027	64 656	60 177	57 319	59 821	59 064
Import	282 398	283 348	311 343	237 669	302 508	467 390
Export	28 915	50 703	25 860	19 184	37 380	123 173
Készletváltozás	23 216	25 253	-53 354	37 780	11 155	-45 652
Bruttó belföldi felhasználás	350 726	322 554	292 306	313 585	336 104	357 629

Forrás: Eurostat (2019c) és MEKH (2019d).

növekedésének és a 2008–2009-es gazdasági válságnak volt köszönhető. Ezek mind az energiaátalakítási szektor, mind közvetlenül a végfelhasználók gázfogyasztásában – így az iparban és a lakosság körében is – megmutatkoztak. Az erőművek esetében a már ismertetett helyettesítések mentek végbe a különböző energiahordozó-, szén-dioxid- és áramáraknak megfelelően. A lakosságnál bizonyos növekedés volt tapasztalható az energiatakarékosság és -hatékonyság terén, és szektorális diverzifikációra is sor került a széntüzelésre és a fára való átállás révén. A gázkereslet némileg csökkent a nemfizetés vagy szabálytalan vételezés miatt kikapcsolt háztartások miatt is. A külföldi munkavállalás és a kivándorlás szintén csökkentette a háztartások gázfogyasztását. A másik oldalon viszont kevés új fogyasztót kapcsolnak be a gázellátásba, gyakorlatilag nem csatlakoztatnak újabb településeket a rendszerhez, a gázellátó hálózatok fejlesztése pedig minimális (Szilágyi, 2013, 2014).

Ami az elérhetőséget illeti, a magyarországi gáztermelés 2015-ig jelentősen csökkent, azóta ugyan kicsit nőtt, de gyakorlatilag stagnál. 2017-ben a gáztermelés 2,5 milliárd köbméter körül volt (MEKH–FGSZ, 2018: 33). A 2010-es évek elején a gáztermelés a gázkereslet több mint 20 százalékát tette ki. Akkoriban a csökkenő termelés (2015-ig) csökkenő fogyasztással (2014-ig) párosult. 2015-től azonban már nő a felhasználás, így a termelés és a fogyasztás hányadosa 20 százalék alá került. Ez a termelés konvencionális forrásokból származik. Jelentős remények voltak a nem konvencionális gázzal kapcsolatban, de ezek illúzióknak bizonyultak.

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

A gázfogyasztás csökkentésének négyféle eszköze van: az energiatakarékosság, az energiahatékonyság, valamint a külső és belső szektorális diverzifikáció (10. melléklet). Magyarországon energiahatékonyság növelése nélküli egyszerű takarékoskodással és hatékonyságnöveléssel is bőven van lehetőség a gázfelhasználás csökkentésére. Az ilyen jellegű belföldi diverzifikációnak a súlyát nem ritkán alulbecsülik. A legjelentősebb energiafelhasználók a háztartások (15. táblázat), és itt is van a legnagyobb energiamegtakarítási potenciál (lásd a 6. fejezetet). Az uniós befolyásoló tényező elsődleges szerepet játszik az energiahatékonyság növelésében az energiahatékonysági irányelv és az uniós források révén.

Ami a szektorális diverzifikációt illeti, ahogy utaltunk rá, a biomassza könnyű megoldás a gáz helyettesítésére. A hazai lignit szerepe az erőművi szektorban a 2020-as évek végére kifut, és nem kívánatos, hogy a lakosság körében növekedjen a szerepe a fűtésben, sokkal inkább vissza kell szorítani, illetve meg kell szüntetni. A lakossági fűtésben a tűzifának és a szénnek a megfizethetőség miatt megnövekedett felhasználása ugyanis következményekkel jár a fenntarthatóságra.²⁹ A fotovoltaiikus napenergia részesedése viszont növekedni fog, de mint minden más energiahordozónál, itt is az a kérdés, hogy mit helyettesítene. A külső szektorális diverzifikációhoz tartozik Paks kapacitásainak kihasználása, a Paks II.-projekt, az áramimport növelése és az importált szén és biomassza is. Amint említettük, a csökkenő gázfelhasználást a növekvő áramimport részben ellensúlyozta. De az áramimport növelése nem opció Magyarországon, mert a kormány ezt kockázatosnak ítéli. A földgáz jövőbeli szerepe az áramtermelésben a NEKT tervezete szerint nagyon hasonló a meglévő és az új szakpolitikák esetében: 2025-re 27,2, illetve 25,2 százalékra nő, majd 2030-ra 16,9, illetve 14,9 százalékra csökken – rendre a két forgatókönyvben. Eközben a beépített kapacitások nőnek 2030-ig (4., illetve 7. melléklet) (ITM, 2018b, 2018c).

A gáz sorsát nagyban befolyásolja, hogy hogyan alakul a gázimportforrás-diverzifikáció és a tranzitdiverzifikáció, amelyek mind az elérhetőségre, mind a megfizethetőségre befolyással vannak. A magyar gázimport döntően hosszú távú orosz gázellátási szerződésekkel érkezik. Mivel a Gazprom gázexportcéggel, a Gazprom Exporttal két magyarországi vállalatnak is van szerződése, ezért nagyon minimális, Gazpromon belüli

²⁹ Természetesen a tűzifa és a szén nem esik egy kategóriába.

nem földrajzi diverzifikáció létezik ezen a téren (10. melléklet). A nagy szerződés – a magyar–orosz Panrusgáz közvetítőcégen keresztül – az MVM-hez tartozó Magyar Földgázkereskedőnél van. Ezt még a Mol kötötte.³⁰ Úgy volt, hogy 2015-ben kifut, de a túlszerződés miatt át nem vett mennyiségek 2021-ig elérhetőek lesznek.³¹ A kormány 2021 utánra is hosszú távú szerződést kíván kötni a Gazprommal. A másik egy kicsi szerződés, amely a Gazprombank tulajdonában lévő bécsi Centrex Europe Energy & Gas leányvállalatával, a Centrex Hungáriával áll fenn – ez 2028-ig szól.³²

A földrajzi gázimportforrás-diverzifikáció mind a gázvásárláshoz szükséges szerződéses kapcsolatot, mind a megfelelő fizikai infrastruktúra kiépítését magában foglalja. Ami utóbbit illeti, jelenleg Magyarországnak Szlovénia kivételével minden szomszédjával – Ukrajnával, Szerbiával, Ausztriával, Romániával, Horvátországgal és Szlovákiával – van vezetékes összeköttetése. Ezek közül a szerb vezeték csak tranzitcélokat szolgál Szerbia és Bosznia-Hercegovina irányában. A horvát és a román interkonnektorokkal kapcsolatban probléma, hogy sem Horvátország, sem Románia nem teljesítette a kötelezettségeit a Magyarország felé való szállítások érdekében. A magyar–szlovák gázösszeköttetés ugyan rendelkezésre áll, de – a várakozásoknak megfelelően – egyik irányban sem használják, bár az igaz, hogy a vezetéknek eredetileg is válságszituációs karaktere volt. Másrészt egyesek azzal érvelnek, hogy ez az összeköttetés már behozta az árát azzal, hogy pusztán léteével fontos hatással volt a Gazprommal való ártárgyalásokra (Beöthy *et al.*, 2016: 3). Ezzel szemben a nagy igény következtében a nyugati (osztrák) belépési pontot bővítették. A kétezres évek végétől ugyanis nagy mennyiségben vált elérhetővé Nyugat-Európából olcsóbb gáz, aminek eredményeképpen 2011-ben és 2012-ben több gáz érkezett a nyugati irányból, mint a keleti vezetéken (Weiner, 2016: 16), jóllehet – ahogy említettük – a Gazprom mindkét irányból küld gázt Magyarországra. Ez azt jelenti, hogy nyugati irányból egyrészt a hosszú távú orosz szerződéses gáz jön, másrészt valószínűleg orosz gázmolekulák nem orosz eladótól. Ez a megnövekedett nem orosz gázimport viszont csak korlátozottan jelent meg a

³⁰ A Mol gázkereskedelmi üzletágát, a Mol Földgázellátót a német E.ON Ruhrgas a kétezres évek közepén vette meg. A vállalat új neve E.ON Földgáz Trade lett. Az MVM 2013-ban vásárolta fel az E.ON Földgáz Trade-t, majd Magyar Földgázkereskedőnek nevezte át.

³¹ Egész pontosan a Panrusgáz-szerződést megosztották. A Gazpromnak és a Panrusgásznak így jelenleg négy szerződése van: kettő 2019-ig, kettő pedig 2021-ig él (Gazprom, 2016). Ezekkel a szerződésekkel a keleti irányból és nyugatról – Szlovákián és Ausztrián át – is érkezik orosz gáz Magyarországra.

³² A Gazprom már nagyon hosszú ideje nem ellenőrzi a Gazprombankot.

statisztikákban (Weiner, 2016). Végezetül, ami a hiányzó határkeresztező vezetéket illeti: a szlovén esetben egy magyar-szlovén-olasz folyosó kialakítása van tervben.³³

A magyar-román és a magyar-szlovák vezetékeket jelenleg két, egymással versenyző folyosó, a bolgár-román-magyar-osztrák (ROHUAT/BRUA) és a bolgár-román-magyar-szlovák-osztrák (BRUSKA) vonalak fényében kell nézni, amelyek részben már meglévő infrastruktúrára épülnek, s hozzáférést biztosítanak Magyarországnak a fekete-tengeri gázhoz is. Magyarország nem érdekelt a magyar-osztrák irány fejlesztésében és az Ausztria irányába menő szállításokban. A magyar fél ugyanis azt remélte, hogy megszerzi a romániai offshore gázt, és ezzel csökkentheti a függőségét az orosz gáztól (illetve kereskedhet vele [Erdélyi-Magyari, 2019]). Abban bízott, hogy az orosz gázzal versenyképes áron juthat hozzá (Marnitz, 2018b), ezzel pedig mind az elérhetőség, mind a megfizethetőség javulni fog. Ami az osztrák irányt illeti, az EU illetékes szerve, az Energiaszabályozók Együttműködési Ügynöksége (ACER) 2019 áprilisában úgy döntött, hogy a magyar-osztrák projektet is tesztelni kell a piacon, vagyis a piacnak kell döntenie a két irány között (ACER, 2019). 2017 végén a román-magyar vezeték kapacitásait lefoglalták a 2022–2037 közötti időszakra, és kiderült, hogy a két legnagyobb nyertes a Magyar Földgázkereskedő és az alapvetően magyar érdekeltségű MET osztrák leányvállalata. 2018 decemberében azonban mindkét vállalat visszalépett (Erdélyi-Magyari, 2019). Közben az offshore projekt elakadt, és bizonytalan a jövője, ezért egyre kisebb az esélye, hogy az új orosz hosszú távú gázellátási szerződés megkötésére pozitív hatással lesz. Jóllehet az oroszokkal való áralku során a román gázimport a mennyiségtől függően kettős hatású lehet(ne): egyrészt a diverzifikációs lehetőség pozitív hatású, viszont ha Magyarország már nem nagy volumenben vesz gázt a Gazpromtól, akkor nincs meg az a fajta alkupozíció, ami a mennyiségi vásárlás során fennáll.³⁴

A horvát-magyar vezeték a cseppfolyósított földgázt (*liquefied natural gas*, LNG) majdan visszagázosító létesítményből való import miatt fontos. Egy úszó tároló- és visszagázosító létesítmény (*floating storage and regasification unit*, FSRU)

³³ A föld alatti gáztárolók is fontos szerepet játszanak az ellátásbiztonságban. Magyarország tárolói nagyhatalom. A 2006 eleji orosz-ukrán gázválságot követően egy stratégiai tárolót is létesítettek. Időközben minden tároló állami tulajdonba került. Nem gondoljuk, hogy az állam tulajdonosi szerepe növelte volna az ellátásbiztonságot, viszont azóta volt olyan időszak, amikor a tárolók nem voltak megfelelően feltöltve, ami kockázatos volt, és csökkentette az ellátásbiztonságot.

³⁴ Utóbbira Deák András hívta fel a figyelmünket.

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

megvalósításáról 2019 elején született végső beruházási döntés. Régi terv egy visszagázosító építése a szomszédos országokban (Horvátországban vagy Romániában), s most úgy tűnik, hogy ez Horvátországban megvalósulhat. Bár az FSRU-nak kisebb lesz a kapacitása, mint egy szárazföldi létesítménynek, az LNG ára lehet a fő probléma, nem az elérhető mennyiség.

A fenti projekteket tipikusan uniós pénzekkel támogatták, illetve jogosultak voltak rájuk. A különféle pénzügyi támogatások is az (uniós) intézményi környezet részét képezik, amelyek közvetlen piacteremtő hatással vannak (*Miklós László, személyes közlés, 2018. augusztus 30.*).

A nem orosz partnerektől való gázvásárlások Magyarországra az 1990-es években kezdődtek. Egyfelől a Ruhrgas (később E.ON Ruhrgas, azután E.ON Global Commodities, jelenleg pedig Uniper Global Commodities) és a Gaz de France (majd GDF Suez, ma Engie) szerződéseivel való nyugati import (az osztrák–magyar vezetéken), másrészt az Ukrajnából és Közép-Ázsiából érkező gáz tartozott ide. A GDF Suez-szerződés 2012-ben futott ki, míg az E.ON Ruhrgas-szerződést végül felmondta az E.ON Földgáz Trade jóval a 2015-ös kifutás előtt, mert nem volt szüksége ekkora mennyiségű, ráadásul drága gázra. Vagyis az MVM ezeket a szerződéseket nem vette át 2013-ban, amikor megvásárolta az E.ON Földgáz Trade-et. Természetesen a gáz fizikailag nem Németországból és Franciaországból érkezett, vagyis szerződéses s nem fizikai diverzifikáció volt. Drágább volt, mint az orosz import, viszont a 2009 eleji orosz–ukrán gázválság idején Magyarország és mások profitáltak ebből a lehetőségből. Természetesen ahhoz, hogy ez a séma működjön, számos feltételnek (gázösszeköttetések és rendelkezésre álló gázmennyiség) kell teljesülnie adott helyen és időben. A közép-ázsiai import gázközvetítőkön keresztül 2008-ban állt le. A közép-ázsiai gázt Közép- és Kelet-Európába reexportáló, a Gazpromhoz tartozó svájci Gazprom Schweiz azonban a WIEE Hungary révén jelen van Magyarországon.

Mindezidáig a nagy vezetékprojektek – mind az importgázforrás-diverzifikációs, mind a tranzitdiverzifikációs projektek – elbuktak. Az azeri gázra építő úgynevezett déli gázfolyosón az orosz részvétel nélküli földrajzi gázimportforrás-diverzifikációt célzó Nabucco West gázvezeték projektje 2013 júniusában szenvedett vereséget. A vezeték a

török–bolgár határtól Bulgárián, Románián és Magyarországon át haladt volna Ausztriába.

Az alapvetően tranzitdiverzifikációs célokat szolgáló Déli Áramlat gázvezeték projektje 2014 decemberében bukott meg.³⁵ Az ukrán tranzitot délről kerülte volna el: Oroszországból a Fekete-tengeren, majd Bulgárián át. A Déli Áramlatot az Oroszország és Törökország közötti fekete-tengeri Török Áramlat (*TurkStream*) projektje váltotta fel. Az első vezetékszál a török piacot fogja kiszolgálni, míg a másodikon Európába mehet a gáz. 2018 végére eldőlt, hogy a szóba jöhető két irány, Dél-Olaszország és Közép- és Kelet-Európa közül utóbbi felé fog haladni a vezeték, mégpedig a Bulgária–Szerbia–Magyarország–Szlovákia vonalon (*Barsukov*, 2018). Kezdetben Magyarország a Tesla vezetéket javasolta, amely a török–görög határtól Görögországon, Macedónián, Szerbián és Magyarországon át Ausztriáig futott volna. Később került a terítékre a bolgár–szerb–magyar vonal. Az Európai Bizottság a projektet nagyon szorosan figyelemmel kíséri, hogy összhangban legyen az uniós szabályozással (*Rettman*, 2018).

A déli tranzitdiverzifikáció lehetősége mellett a magyar kormány megőrizné az ukrán folyosót is. Magyarország 2016 márciusában más közép- és keleti-európai államokkal közösen lépett fel az Oroszországot a Balti-tenger alatt Németországgal összekötő Északi Áramlat (*Nord Stream*) 2 ellen, amely az ukrán tranzit kiiktatását célozza meg. Az egyik gond a projekttel, hogy növelheti az orosz gázárakat Magyarország számára (*Viland*, 2018; *Kotek et al.*, 2017). Egy további probléma, hogy az északi és nyugati interkonnettorokat nem az orosz importhoz (vagyis tranzitdiverzifikációhoz) kellene használni, hanem gázimportforrás-diverzifikációra.³⁶

Miközben Magyarországon lépéseket tettek a gáz fizikai elérhetősége érdekében, addig az energiapolitikában megfigyelhető volt egy váltás a megfizethetőség dimenziója felé, ami az úgynevezett rezsicsökkentésben tükröződött vissza. A megfizethetőség problematikája más régiós államokban is érzékelhető. Magyarországon a társadalom jelentős részének mindennapos gond a gáz- és áramszámlák kifizetése, így a kérdés a fő ügyek közé tartozik. A rezsicsökkentés 2013 januárjában kezdődött, a második köre 2013

³⁵ A Közép- és Kelet-Európát érintő különféle vezetékprojektekről magyarul bővebben lásd *Virág* (2016).

³⁶ *Takácsné Tóth et al.* (2018: 283) szerint az Északi Áramlat belépési pontján, valamint a német–cseh és cseh–szlovák határokon egy piaci szereplő, a Gazprom vagy leányvállalatai foglalták le a kapacitásokat a 2019–2038 közötti időszakra.

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

őszén volt, míg a harmadik 2014-ben. A csökkenő szabályozott gázárakat eleinte a Gazpromtól kapott 2013-as és 2014-es árbeli és mennyiségi kedvezmények támogatták (Deák–Weiner, 2019: 144–145), majd 2014 közepén az olajárak is esésnek indultak.³⁷ Mindehhez viszont két megjegyzést kell tenni. Egyrészt ugyanez a kormány emelte a gázárakat a rezsicsökkentés előtt (Ember, 2018), másrészt a szerződéses importgázárak esése csak korlátozottan érvényesült a hatósági árakban.³⁸ A megfizethetőségi megfontolások nyomás alá helyezték a közműszektor jövedelmezőségét, és hozzájárultak az államosítási törekvésekhez. A rezsicsökkentés gyengítette az ellátásbiztonságot az elmaradt beruházások révén (LaBelle–Georgiev, 2016), illetve azért is, mert a rezsicsökkentés hatására nőtt az energiafelhasználás Magyarországon (Sebestyén Szép, 2017).

³⁷ Nem tudjuk, hogy az olajárak (pontosabban: az olajtermékárak) milyen szerepet játszanak jelenleg a magyar importgázárakban, de az biztos, hogy drasztikusan csökkent a súlyuk. Egy, az MVM 2013. januári közgyűlésére készült munkaanyag arról írt, hogy az importár körülbelül 60 százalékból olajindexált, míg 40 százalékból a holland tőzsdei gázár (TTF) alapján meghatározott. Egy 2015. januári sajtóhír szerint az importárt beszorították egy árfolyosóba, ahol az alsó és felső korlát a TTF-hez viszonyított. Ezért nem lehetett számítani számottevő árcsökkenésre az olajár esését követően 2015 elején (B. Horváth, 2015). Beöthy (2017: 30) szerint viszont az olajáresés 2015 áprilisától megjelent a magyar importárakban. A 2013-as és 2014-es ár- és mennyiségi kedvezményeket fent már említettük, de arról csak a Gazprom 2016. decemberi közleménye szól, hogy jelenleg négy panrusgázos szerződés van (Gazprom, 2016). 2015 februárjában pedig maga Putyin mondta el, hogy fel van függesztve a *take or pay* (minimális átvételi) klauzula Magyarország esetében (President of Russia, 2015 – erre a forrásra Mihail Korcsonkin hívta fel a figyelmünket). Az Európai Bizottság negyedéves gázpiaci jelentéseiből (Quarterly Report Energy on European Gas Markets) követhető, hogy hogyan változott az orosz importár Magyarországnak. Ennél több konkrétum viszont nem áll rendelkezésünkre. A hosszú távú orosz gázellátási szerződések árazásáról általában véve elmondható, hogy igazodtak a piaci gázárakhoz. Sok szerződésbe bekerült a piaci árazás, csökkent a bázisár (*base price*, ez egy konstans a gázárképletben), a szerződéses árak és az átlagos spotárak közötti különbség kompenzálására tett utólagos, illetve visszamenőleges kifizetések révén pedig gyakorlatilag a spotgázárakhoz kötötték az importárakat (Dickel et al., 2014: 61; Mitrova–Molnar, 2015, utóbbi idézi: Skalamera–Goldthau, 2016: 30). Természetesen egy diverzifikáció nélküli közép- és kelet-európai államot nem úgy érintett az átmenet, mint egy nyugat-európai gázvásárlót. De az Európai Bizottság a trösztellenes eljárás eredményeként 2018 májusában előírta a Gazpromnak ebben a régióban is, hogy a nyugat-európai referenciaárakat tükröző versenyképes gázárakat kell biztosítania (Európai Bizottság, 2018b).

³⁸ Erről szakmai konszenzus van (Marnitz, 2017; 24.hu, 2018). Nagyon jól igazolja a helyzetet az is, hogy a Magyar Földgázkereskedőnek 2016-ban 50,9 milliárd forint nyereséget kellett elhatárolnia, szemben a 2015-ös 2,3 milliárddal. Az MSZP adatai szerint a gázárak már a 2013–2014. évi rezsicsökkentések idején is magasabbak voltak az indokoltnál (MSZP.hu, 2018; Magyarai, 2017). 2018-ban azonban jelentősen növekedtek az orosz importgázárak (Jandó, 2019).

6. Megújulás jövő, ÜHG-kibocsátás és energiafelhasználás

A NEKT tervezete nagyon hiányos, de jól illusztrálja, hogy a magyar kormány hogyan áll a megújulókhoz, valamint az ÜHG-kibocsátás és az energiafelhasználás csökkentéséhez: minimalista célkitűzései vannak. A kormány arra hivatkozik, hogy az elérhetőség dimenziója áll az első helyen: „az ellátásbiztonság hosszú távú fenntartása elsőbbséget élvező cél”.³⁹ A megfizethetőség követi ezt, míg a környezeti fenntarthatóság áll az utolsó helyen: „Ezért a villamosenergia-ellátást egy biztonságosan rendelkezésre álló és a lehető legalacsonyabb árú energiahordozókra alapozott villamosenergia-mixre kell építeni, beleértve a költségvetés teherbíró-képességét szem előtt tartó dekarbonizációs programot a klímabarát villamosenergia-szektor létrehozása érdekében” (ITM, 2018a: 11–12).

A NEKT tervezete szerint a meglévő szakpolitikai intézkedésekkel ugyan a megújulók részaránya a bruttó végső energiafelhasználásban 2020-ra 14,69 százalékra nő, vagyis éppen a 2010-es megújulóenergia-hasznosítási cselekvési tervben rögzített 14,65 százalék felett lesz, további intézkedések nélkül ez a részesedés évről évre csökkenne: 2030-ra 13,24 százalékra (8. táblázat) (ITM, 2018b). Ezzel szemben új intézkedésekkel már 2020-ra 15,71 százalék lenne a részarány, 2030-ra pedig 20 százalékot érne el, bár ez még így is visszafogott cél (9. táblázat) (ITM, 2018c). Egyelőre viszont a legújabb tendenciák azt mutatják, hogy a kedvező statisztikai váltás ellenére bizonytalan a 2020-as célteljesítés – elsősorban a szélenergia kizárása miatt. Szabó (2019) szerint remény, hogy a 2000 MW-nyi fotovoltaiikus engedélyből 1500 MW körüli mennyiség még megvalósulhat 2021-ig, ami 1 százalékpontos növekedést jelent – de csak 2021-re. Mindazonáltal a szélenergiáról való lemondás jelentősen megnöveli a 2020-as célteljesítés költségeit.

A NEKT tervezete szerint a meglévő szakpolitikai intézkedésekkel a megújulók részesedése a bruttó végső áramfogyasztásban a 2017-es 7,5 százalékról 2020-ra 11,00,

³⁹ Az ellátásbiztonság itt valójában az elérhetőségre vonatkozik. Az ellátásbiztonság fogalmát ugyanis lehet szűkebb vagy tágabb értelemben is használni. Az EU és a magyar kormányzat a szűkebb megközelítésben alkalmazza ezt a koncepciót. Ez azt jelenti, hogy a különféle dimenziókat nem az ellátásbiztonság részének tekintik, hanem az energiapolitika fő célkitűzéseinek, amelyek az ellátásbiztonság, a versenyképesség (versenyképes és megfizethető árak) és a fenntarthatóság.

2030-ra pedig 12,81 százalékra növekedne, vagyis a 2020-as évek elejéig tartó felívelés után a 2020-as évek további részében gyakorlatilag alig változna a megújulók szerepe (8. táblázat) (MEKH, 2019f; ITM, 2018b). Az új szakpolitikai intézkedések esetén azonban a 2020-as 11,03 százalékkal szemben 2030-ra már 19,13 százalékos részarány érhető el (9. táblázat) (ITM, 2018c). A meglévő szakpolitikai intézkedésekkel a megújulás áramtermelő beépített teljesítőképesség 2030-ban meghaladná a 4600 MW-ot (ITM, 2018a: 10, 61), az új szakpolitikai intézkedésekkel viszont 2030-ra közel 7300 MW megújulás kapacitást lehetne kiépíteni – mindkét esetben a napelemes kapacitásoknak köszönhetően (ITM, 2018a: 100–101). Előbbi scenárió esetén 81,3 százalék lenne az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiahordozók részesedése az áramtermelésben (4. melléklet) (ITM, 2018b), míg az utóbbi forgatókönyv 85,1 százalékkal kalkulál (7. melléklet) (ITM, 2018c).

A fűtés-hűtés szektorban a meglévő szakpolitikai intézkedések mellett a 2020-as években csökkenne a megújulók részesedése: a 2017-es 19,60 és a 2020-ra tervezett 20,48 százalék után 2030-ra 18,20 százalékra (8. táblázat) (ITM, 2018b). Hiába nőne a megújulás távhőtermelés, valamint az ipari és mezőgazdasági megújulóhasznosítás, ha közben jelentősen esne a lakossági tűzifa-felhasználás (ITM, 2018a: 63). Az új szakpolitikai intézkedések viszont 2030-ra 26,86 százalékos részarányt eredményezhetnek (9. táblázat) (ITM, 2018c).

A közlekedésben a kétezres és 2010-es években tapasztalt megújulás előrelépés elsősorban az első generációs bioüzemanyag- és a használt sütőolajból előállított biodízel-felhasználás növekedésének volt a hatása (10. táblázat). További lépés, hogy a bioüzemanyagok kötelező bekeverési aránya 2019-től 4,9 százalékról 6,4 százalékra emelkedett (ITM, 2018a: 10–11, 62). A meglévő szakpolitikai intézkedésekkel a megújulófelhasználás részaránya 2030-ban mindössze 8,1 százalék lenne (8. táblázat) (ITM, 2018b). Az arány 2021-es visszaesésének oka, hogy a vasúti áramfelhasználás megújulóhasznosítási értékének meghatározása során alkalmazott 2,5-es szorzótényező az új uniós szabályozás értelmében kettőre módosul (ITM, 2018a: 62). Az új szakpolitikai intézkedések következményeként viszont a megújulófelhasználás részaránya a közlekedésben 2030-ra 15 százalékra emelkedhet (9. táblázat) (ITM, 2018c). A 11.

8. táblázat

A megújulók szerepének változása Magyarországon a NEKT tervezete szerint a meglévő szakpolitikai intézkedések mellett, 2005–2030 (%)

	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
A megújulók részaránya a bruttó végső energiafelhasználásban	4,36	12,74	14,42	14,69	14,49	14,39	14,22	14,05	14,00	13,87	13,76	13,65	13,48	13,24
A megújulók részaránya a fűtésben és hűtésben	9,94	18,08	21,15	20,48	20,18	19,87	19,56	19,25	18,94	18,79	18,64	18,49	18,35	18,20
A megújulókból termelt áram részesedése a bruttó áramfelh.-ban	4,42	7,10	7,30	11,00	11,17	11,73	12,01	12,28	12,55	12,70	12,84	12,97	12,81	12,81
A megújulók részaránya a közlekedésben*	0,91	6,02	6,99	7,88	7,62	7,69	7,74	7,79	7,84	7,88	7,92	7,96	8,01	8,07

* A vasúti villamosenergia-felhasználás megújulóenergia-hasznosítási értékének meghatározása során 2020-ig 2,5-es szorzótényezőt alkalmaznak, majd 2021-től a szorzótényező értéke az új uniós szabályozás értelmében kettőre csökken.

Forrás: ITM (2018b).

9. táblázat

A megújulók szerepének változása Magyarországon a NEKT tervezete szerint az új szakpolitikai intézkedések mellett, 2005–2030 (%)

	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
A megújulók részaránya a bruttó végső energiafelhasználásban	4,36	12,74	14,42	15,71	16,18	16,72	17,23	17,74	18,33	18,58	18,89	19,21	19,59	20,00
A megújulók részaránya a fűtésben és hűtésben	9,94	18,08	21,15	20,69	21,23	21,78	22,34	22,91	23,49	24,14	24,81	25,48	26,16	26,86
A megújulókból termelt áram részesedése a bruttó áramfelh.-ban	4,42	7,10	7,30	11,03	12,21	13,60	14,98	16,37	17,72	17,94	18,17	18,37	18,91	19,13
A megújulók részaránya a közlekedésben*	0,91	6,02	6,99	11,46	11,48	11,86	12,17	12,50	12,83	13,16	13,62	14,09	14,56	15,02

* A vasúti villamosenergia-felhasználás megújulóenergia-hasznosítási értékének meghatározása során 2020-ig 2,5-es szorzótényezőt alkalmaznak, majd 2021-től a szorzótényező értéke az új uniós szabályozás értelmében kettőre csökken.

Forrás: ITM (2018c).

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

10. táblázat

A megújulókból előállított közlekedési energia Magyarországon üzemanyag szerinti bontásban a NEKT tervezete szerint az új szakpolitikai intézkedések mellett, 2015–2030 (Mtoe)

	2015	2023	2025	2027	2030
Hagyományos bioüzemanyag	0,188	0,426	0,439	0,457	0,471
Villamos energia	0,025	0,125	0,175	0,215	0,275
Biogáz	0	0,003	0,005	0,006	0,008
Hidrogén	0	0,000	0,001	0,003	0,008

Forrás: ITM (2018a: 24).

11. táblázat

Az egyes ágazatok megújulófelhasználásának változása Magyarországon a NEKT tervezete szerint az új szakpolitikai intézkedések mellett, 2015–2030 (Mtoe és százalék)

	2015	2023	2025	2027	2030
<i>Mtoe</i>					
Hűtés-fűtés	2,17	2,26	2,34	2,43	2,57
Villamos energia	0,25	0,56	0,66	0,69	0,75
Közlekedés	0,20	0,48	0,50	0,53	0,57
<i>Összesen</i>	<i>2,62</i>	<i>3,29</i>	<i>3,50</i>	<i>3,65</i>	<i>3,88</i>
<i>Százalék</i>					
Hűtés-fűtés	82,8	68,7	66,9	66,6	66,2
Villamos energia	9,5	17,0	18,9	18,9	19,3
Közlekedés	7,6	14,6	14,3	14,5	14,7
<i>Összesen</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>

Forrás: ITM (2018a: 23) és saját számítások.

táblázatból látható, hogy a teljes magyarországi megújulófelhasználás csaknem 15 százaléka a közlekedéshez fog kapcsolódni 2030-ban, szemben a 2015-ös kevesebb mint 8 százalékkal. Eközben a hűtés-fűtés részesedése a 2015-ös 82,8 százalékról 2030-ra 66,2 százalékra csökken, míg az áramtermelés szerepe a 2015-ös 9,5 százalékról 2030-ra 19,3 százalékra emelkedik (ITM, 2018a: 23).

Magyarország földhasználat, földhasználatváltás és erdőgazdálkodás (*land use, land-use change and forestry*, LULUCF) nélküli bruttó ÜHG-kibocsátása 2016-ban 61,5 millió tonna szén-dioxid-egyenértéket (*million tons of carbon dioxide equivalent*, MtCO₂eq) tett ki. Ebből 44,6 MtCO₂eq az energiaszektorból származott. Az ETS alatti kibocsátások nagysága (a légi közlekedés nélkül) 19,4 MtCO₂eq-re rúgott, míg az ETS-en kívüli ágazatoké 42,1 MtCO₂eq-re. 2016-ban az erdők 4,4 millió tonna szén-dioxidot kötöttek meg (ITM, 2018a: 50–53).

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

A bruttó ÜHG-kibocsátás 1990-ben még 93,8 MtCO₂eq volt, vagyis a 2016-os érték 34,5 százalékos csökkenést jelent, ám ennek a jelentős része a rendszerváltás utáni éveknek köszönhető. 2015 óta viszont határozottan nő a kibocsátás. Az 1990-hez képesti 40 százalékos kibocsátáscsökkenés eléréséhez nem szabadna meghaladni az 56,3 MtCO₂eq bruttó kibocsátást 2030-ban (13. táblázat). A meglévő szakpolitikai intézkedések mellett azonban csak 31,8 százalékos csökkenés lehetséges (12. táblázat). A 40 százalékos célhoz a 2017-re előzetesen megadott 64,4 MtCO₂eq-et 2030-ra 8,2 MtCO₂eq-kel kellene még visszavenni (ITM, 2018a: 21, 50–51, 54). Minekután viszont a Mátrai Erőmű szén-dioxid-kibocsátása 6,4 millió tonna,⁴⁰ a lignit kivezetésével a cél nagyja teljesíthető (Energiaklub et al., 2019). A meglévő és az új szakpolitikai intézkedésekkel elérhető 2030-as kibocsátásmennyiségek között 4,6 MtCO₂eq a különbség (ITM, 2018a: 94). Magyarország 2050-ig a teljes kibocsátás 52–85 százalékkal történő csökkentését tervezi 1990-hez képest a 2018-ban elfogadott második nemzeti éghajlatváltozási stratégia alapján (ITM, 2018a: 21), ami messze van a 2050-es karbonsemleges állapottól (Energiaklub et al., 2019).

12. táblázat

Az ÜHG-kibocsátásra és -eltávolításra vonatkozó mutatók Magyarországon szakpolitikai ágazatonként a NEKT tervezete szerint a meglévő intézkedések mellett, 2005–2030 (ezer tCO₂eq)

	2005	2015	2020	2025	2030
ETS-ágazatok	27 423	19 599	20 512	20 146	16 458
Erőfeszítés-megosztási ágazatok	48 343	41 412	43 899	45 587	47 552
LULUCF		-5 362	-3 385	-3 330	-3 156

Forrás: ITM (2018b).

13. táblázat

Az ÜHG-kibocsátásra és -eltávolításra vonatkozó mutatók Magyarországon szakpolitikai ágazatonként a NEKT tervezete szerint az új intézkedések mellett, 2020–2030 (ezer tCO₂eq)

	2020	2025	2030
ETS-ágazatok	20 502	18 074	14 841
Erőfeszítés-megosztási ágazatok	43 230	42 338	41 436
LULUCF	-4 239	-4 826	-3 772

Forrás: ITM (2018c).

⁴⁰ 2015-ös adat (Napi.hu, 2016).

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

Míg az ETS alatti kibocsátásnak jelentősen kell csökkennie, addig az ETS-en kívüli ágazatokban sokkal jobb a helyzet. A közös kötelezettségvállalás keretében Magyarország 2013 és 2020 között 10 százalékkal növelheti a kibocsátását a 2005-ös szinthez viszonyítva. Ennek ellenére a NEKT tervezete szerint várhatóan 30 százalékkal fog mérséklődni a kibocsátás (*ITM*, 2018a: 8). A 2021–2030 közötti időszakban 7 százalékkal kell csökkenteni az ÜHG-kibocsátást az ETS-en kívüli ágazatokban (*ITM*, 2018a: 9). A 2017-es érték mind a 2020-as és 2030-as célérték, mind a 2005-ös bázisadat alatt van. Mindkét forgatókönyvben kisebb a 2020-as és 2030-as érték, mint a 2005-ös bázis (*ITM*, 2018a: 52, 94).

Az energiafelhasználás meglehetősen hullámzó volt a rendszerváltás óta Magyarországon, 2015-től azonban ismét nő (*14. táblázat*) (*Eurostat*, 2019a). 2017-ben az elsődleges energiafelhasználás 1116 PJ-t (26,6 Mtoe) tett ki, míg a végső energiafelhasználás 845 PJ-t (20,2 Mtoe) (*MEKH*, 2019g).⁴¹ 2014 és 2017 között a magyarországi növekedési ütem messze az uniós átlag felett volt, ami arra utalhat, hogy a fogyasztásnövekedés komoly pazarlással is párosul (*MEHI*, 2019). Az 1772/2018. (XII. 21.) kormányhatározat azt a célt tűzte ki, hogy 2030-ra a végső energiafelhasználás ne haladja meg a 2005-ös értéket. Az 1274/2018 (VI. 15.) kormányhatározat frissítette a hatályos nemzeti energiastratégia energiafelhasználási előrejelzéseit. A *15. táblázat*ból jól látszik, hogy 2020-ra és 2030-ra a legnagyobb megtakarítást a lakosság körében lehetne elérni. Utóbbi kormányhatározat azt hangsúlyozza, hogy hosszú távon mindkét forgatókönyvben jelentősen nő az elsődleges energiafelhasználás, ám az új szakpolitikai intézkedéseket magában foglaló „közös erőfeszítés” scenárió esetében ez döntően abból ered, hogy az áramimportot hazai termelés váltja ki, aminek a következtében az átalakítási veszteség megnövekszik (*1274/2018. (VI. 15.) Korm. határozat*). Az Európai Bizottság szerint a NEKT tervezetében szereplő 2030-as 8–10 százalékos energiahatékonysági célt (*1. táblázat*) jelentősen növelni kell (*Európai Bizottság*, 2019: 4).

A 2012-es uniós energiahatékonysági irányelv végrehajtása érdekében Magyarország nem a standard programot választotta, hanem alternatív szakpolitikai intézkedésekkel

⁴¹ A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) számai eltérnek az Eurostat adataitól. Ennek a magyarázatát lásd a *14. táblázat* alatt.

14. táblázat

Elsődleges és végső energiafelhasználás Magyarországon, 1990–2017 (PJ és Mtoe)

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Elsődleges energiafelhasználás	PJ	1 147	1 105	1 000	1 028	989	1 022	1 057	1 036	1 015	1 022	990	1 023	1 015	1 045
	Mtoe	27,4	26,4	23,9	24,6	23,6	24,4	25,2	24,7	24,2	24,4	23,6	24,4	24,2	25,0
Végső energiafelhasználás	PJ	818	774	678	677	675	676	700	670	674	685	676	709	712	741
	Mtoe	19,5	18,5	16,2	16,2	16,1	16,1	16,7	16,0	16,1	16,4	16,2	16,9	17,0	17,7

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Elsődleges energiafelhasználás	PJ	1 043	1 103	1 088	1 063	1 053	1 003	1 031	1 021	969	938	921 (998)	975 (1 055)	994 (1 071)	1 025 (1 116)
	Mtoe	24,9	26,4	26,0	25,4	25,2	23,9	24,6	24,4	23,1	22,4	22,0 (23,8)	23,3 (25,2)	23,7 (25,6)	24,5 (26,6)
Végső energiafelhasználás	PJ	736	785	773	730	730	715	731	732	690	694	679 (743)	728 (792)	746 (808)	775 (845)
	Mtoe	17,6	18,7	18,5	17,4	17,4	17,1	17,5	17,5	16,5	16,6	16,2 (17,7)	17,4 (18,9)	17,8 (19,3)	18,5 (20,2)

Megjegyzés: Zárójelben a MEKH (2019g) adatai találhatók. A MEKH tájékoztatása szerint a két adatforrás közötti eltérést alapvetően két tényező okozhatja: egyrészt az Eurostat adata nem tartalmazza a nem energetikai célú felhasználást, míg a MEKH-e magában foglalja, másrészt az Eurostat a nemzetközi légi közlekedést is beleveszi, míg a MEKH nem. További differenciát eredményezhet még például a kőolajtermékek esetében az eltérő fűtőértékek használata (MEKH, e-mailes közlés, 2019. július 25., augusztus 12.).

Forrás: Eurostat (2019a).

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

15. táblázat

A 2011-ben elfogadott, 2030-ig szóló nemzeti energiastratégia 2017-ben módosított energiafelhasználási előrejelzései 2020-ra és 2030-ra (PJ)

	2015	2020		2030	
	Tényadat	„Ölbe tett kéz”	„Közös erőfeszítés”	„Ölbe tett kéz”	„Közös erőfeszítés”
Elsődleges energiafelhasználás	1 055	1 187	1 110	1 411	1 217
Hálózati veszteség	21	23	21	23	20
Erőművi önfogyasztás	8	9	8	13	11
Végső energiafelhasználás*	725	822	761	929	775
Ipari szektor	177	219	201	248	218
Közlekedés	182	222	210	277	247
Lakosság	249	264	243	278	210
Kereskedelem és szolgáltatás	91	90	81	94	70
Mezőgazdaság	24	27	26	32	30
Nem energetikai célú felhasználás	83	97	97	118	118
Villamosenergia-felhasználás**	158	172	164	191	176

* A kerekítések miatt a részösszegek nem adják ki a végső energiafogyasztási adatot.

** Bruttó végső villamosenergia-felhasználás erőművi önfogyasztással és hálózati veszteséggel, valamint az energiaszektor saját fogyasztásával együtt.

Forrás: 1274/2018. (VI. 15.) Korm. határozat.

teljesítik a 2020-as célt. A standard rendszer szerint az energiaelosztó vagy kiskereskedelmi energiaértékesítő vállalatok az általuk a végfelhasználóknak évente értékesített energiavolumen 1,5 százalékának megfelelő megtakarítást érnek el 2014 és 2020 között a 2010–2012-es időszak végső energiafelhasználásának átlagához viszonyítva (*Európai Parlament és Tanács, 2012*). A 2018-as új irányelv szerint 2021 és 2030 között minden évben az éves végső energiafogyasztás 0,8 százalékának megfelelő új megtakarítást kell megvalósítani a 2016–2018-as időszak átlagában (*Európai Parlament és Tanács, 2018b*).

7. Összegzés és következtetések

A közelmúltban tapasztalt szélsőséges időjárási jelenségek következtében fokozódó figyelmet kap a klímaváltozás és így az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiaforrásokra való átmenet. A fenntarthatóság várhatóan egyre határozottabban fog megjeleni a szakpolitikai, iparági és lakossági döntésekben. Az EU államai, azon belül

pedig a közép- és kelet-európai államok azonban nagyon különböző adottságokkal bírnak, mások a prioritásaik, és ezért az energiapolitikáik is eltérnek. Ennek ellenére az energiamix kialakítása nem teljesen szuverén dolog, hiszen különféle uniós követelményeknek kell megfelelni, vagyis az intézményi tényezőnek is fontos szerepe van az ellátásbiztonsági döntésekben. Nem mondható el ez a geopolitikai befolyásoló tényezőre Magyarország esetében, amely – ellenétben Lengyelországgal (Weiner, 2018) – nincs lényegi hatással ezekre a döntésekre. Pedig a magyarországi árammix jövője várhatóan nagymértékben tisztán politikai döntéseken fog múlni, s csak korlátozottan az energiapiaci folyamatokon. Magyarország a hagyományos régi modellben gondolkodik, amelytől csak a fotovoltaiikus energia középtávon való nagyobb volumenű belépése és a szén belátható időn belül történő kivezetése jelent elmozdulást. Az új modell nagyrészt érintetlenül hagyta Magyarországot. A régi, jól bejáratott rendszerrel szemben az új modell a megújulókat priorizálja, számos technológiára hagyatkozik, és a fogyasztó jelentős szerepet kap termelőként, tárolóként, illetve a keresleti oldali menedzsmentben is.

Magyarországon az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramszektort jelenleg az atomenergia dominálja, amelynek a súlya tovább nőhet, vagyis Magyarország még inkább függeni fog az atomenergiától és ezzel Oroszországtól. A megújulók még nagyon kis szerepet játszanak Magyarországon, s a kormánynak sincsenek is ambiciózus törekvései ezen a téren. Az atomenergia és a megújulók együttes részesedése azonban már nem elhanyagolható, de nem is kiugró. A régi és új atomerőműblokkok párhuzamos üzemelésének idején már igen jelentős lesz az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiahordozók részesedése. A párhuzamos működés viszont csak egy ideig tart, másrészt ez még mindig csak az áramtermelés, a fűtésszektorban nem oldja meg a kérdést az atomenergia, hiszen nincs olyan szintű elektrifikáció.

A Paks II.-ről szóló döntés dacára nagy a bizonytalanság a megújulók és a földgáz jövőbeli szerepét illetően. A 2011-es energiastratégia az atom–szén–zöld forgatókönyvet választotta, amely meglepő módon nem tükrözi a földgáz szerepét. A NEKT tervezetének a számai azt mutatják, hogy a gáz szerepe addig nő az áramtermelésben, amíg nem lép be jelentősebb fotovoltaiikus kapacitás, és nem kezdi meg Paks II. a működését. A lignit és a szélenergia kiesését kompenzálja a fotovoltaiikus és atomenergia. Mindeközben viszont

mindvégig nő a gázos beépített kapacitás. A 2030-as számok azonban bizonytalanok, mert nem tudni, hogy Paks II. mikor kezdi el a működését. Jóllehet ez a bizonytalanság ugyancsak igaz a 2030-as évekre.

Paks II. váratlan fordulatot jelent a magyar energiafüggőséget tekintve. Paks II.-vel csökken és nő is a függőség, mert újfajta kockázatok jelennek meg. A Paks II.-ről szóló döntés akkor történt, amikor a magyar függőség – bizonyos negatív fejleményektől eltekintve – éppen csökkenő pályán volt. A lépés annak ellenére volt meglepő, hogy kiolvasható volt a 2011-es energiastratégiából. Egy évtizedekre szóló elköteleződésnél ugyanis egészen más folyamatot várnánk. Mindazonáltal ez egy teljesen legitim döntés volt, amit az EU is jóváhagyott. Paks II. külső szektorális diverzifikációnak fogható fel. Nem lehetetlen, de nem is valószínű, hogy Paks II. kifizetődő projekt lesz – amennyiben az áramárak jelentősen emelkednek. Olcsó áramra azonban nem lehet számítani Paks II.-ből. Ez azt jelenti, hogy a megfizethetőség nagyon kétséges, miközben az elérhetőség és a fenntarthatóság dimenziói sem mentesek az ellentmondásoktól.

A szénnek egyelőre szilárd helye van Magyarországon, de úgy tűnik, hogy a 2020-as évek végére kiesik az energiamérlegből, és nem várható, hogy egy új blokk építésébe kezdenek. A fenntarthatóság szemszögéből ez jó hír, az elérhetőség szempontjából azonban negatív fejlemény, míg a megfizethetőség az aktuális energiapiaci és környezetvédelmi tényezőktől függ.

Eddig a 2011-es energiastratégia „zöld” komponense nagyrészt a biomasszát és a szélenergiát jelentette, de a fotovoltaiikus energia hamarosan uralni fogja a megújulószektort. A biomassa mind a beépített kapacitások, mind az előállított áram éves volumene alapján kiemelkedett a megújulók közül az áramtermelésben. A biomassa ellentmondásos megújuló, de a fenntarthatóság figyelembevételével lehetőség van a felhasználás növelésére mind az áramtermelésben, mind a fűtés-hűtésben. A biomassa segít(ett) az uniós célok elérésében, s a jövőben is könnyű módja lehet a megújulók szerepének a növekedéséhez.

Általánosságban a politikai klíma nagy kihívást jelent a megújulóknak Magyarországon, mert a kormány egy központosított megközelítést támogat, és nem bízik az időszakos és változó megújulóknak az elérhetőséget és a megfizethetőséget illető félelmei miatt. A fotovoltaiikus energia azonban ugrásra készen áll, s a várt felfutás a

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

decentralizáltságot fogja erősíteni. A fotovoltaiikus energia nyomást fog gyakorolni a profitrátákra az áramtermelésben. A fotovoltaiikus energiának ugyanis nagyon alacsony a határköltsége, és ezért a bekapcsolási sorrendben elől áll. Ráadásul ezeket a beruházásokat nem (csak) piaci alapon valósítják meg. Ha pedig már egyszer létrehozták ezt a kapacitást, akkor használni is fogják. Ezért minden nem naperőműves beruházásnál figyelembe kell venni, hogy mennyi napelemet fognak installálni.

A nappal szemben a szélenergia-potenciált nem kívánja a kormány kihasználni – az elérhetőséggel és a fenntarthatósággal kapcsolatos fenntartásai miatt. Pedig a fotovoltaiikus energia és a szélenergia jól kiegészítik egymást, ami arra ösztönözhetné a kormányzatot, hogy felülvizsgálja az álláspontját.

A vízenergia minimális növekedést ugyan mutathat, ám a nyilvánvaló fenntarthatósági dilemmák és a belpolitikai tényezők jelentős változást nem engednek.

A magyar gázimport javát továbbra is az orosz gáz adja. A 2009 eleji orosz–ukrán gázválság óta azonban csökkent Magyarország függősége az orosz gáztól, nőtt a gázbiztonság. Nagy mennyiségben állt rendelkezésre Nyugat-Európából olcsó(bb) importgáz, és új gázösszeköttetések épültek a szomszédos országokkal.

A bizonytalan kérdések közül különösen fontos a hosszú távú orosz gázellátási szerződés sorsa. A 2015-ben kifutott szerződést a Gazprom gyakorlatilag 2021-ig meghosszabbította, ami egyrészt anyagilag jelentős Magyarországnak, másrészt a kormány időt nyert az új szerződés aláírása előtt, amely során majd figyelembe tudják venni a gázdiverzifikációs eredményeket és a legfrissebb gázpiaci történéseket. Ezek közül a romániai offshore gáz jövője különösen fontos. További opció lehet az LNG-t visszagázosító horvátországi létesítményből való import, amennyiben elkészül, és a szükséges fejlesztéseket is elvégzik a vezetékes importhoz. Az uniós intézményi befolyásoló tényezőnek jelentős szerepe van a gáznál: a fizikaiinfrastruktúra-fejlesztések ösztönzése, a liberalizációs és piaci integrációs törekvések, valamint a Gazprom elleni trösztellenes eljárás növelik az ellátásbiztonságot az elérhetőség és a megfizethetőség dimenzióin keresztül, sőt közvetlen piacteremtő erővel bírnak ezek az uniós intézkedések.

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

Végül kérdés, hogy mi lesz az ukrán tranzit sorsa, és az ukrán út kiiktatása hogyan hat majd az orosz importárakra és általában a gázárakra, ha Oroszország olyan vezetékkapacitásokat foglal le, amelyeket a régió a nyugati gázkereskedelmi piacokról való vásárlásokhoz s nem a hosszú távú orosz szerződéses gázimporthoz használhatna. Az Északi Áramlat 2 ugyanis épül, míg a Török Áramlat európai folytatása egyelőre korai stádiumban van.

A 2011 és 2014 közötti magas gázárak következtében elszenvedett térvessztése ellenére a földgáz továbbra is fontos szerepet játszhat az áramtermelésben rugalmas csúcserőműként vagy tartalékként a növekvő mennyiségű időszakos és változó megújulók mellett. Mindeközben a decentralizált biomassza-alapú hőtermelés és a geotermikus energia nagyobb figyelmet kaphat a fűtési szektorban. A fentiek alapján úgy tűnik, hogy belátható időn belül egy atom–nap/biomassza–földgáz forgatókönyv valósulhat meg a magyarországi áramtermelésben az eddigi atom–szén–zöld (pontosabban: atom–szén–zöld–földgáz, illetve atom–szén–biomassza/szél–földgáz) helyett.

Az Oroszországtól való függőség szemszögéből nézve az áramtermelés atom–nap/biomassza–földgáz forgatókönyve azt jelenti, hogy két Oroszországtól független forrás lesz (napenergia és biomassza), szemben két Oroszországtól függő energiaforrással (atomenergia és földgáz). A szén volt eddig a legjelentősebb, Oroszországtól (szinte) független energiahordozó, de a szén szerepe a közeljövőben megszűnik. A legnagyobb függés az atomenergia terén lesz, mert a nukleáris fűtőanyag, a technológia és a hitel is orosz. Egyúttal Paks II. a legjelentősebb eleme Oroszország magyarországi jelenlétének. Paks II. révén Moszkva befolyása túlnyúlik a jelenlegi kormányzati időszakon, és hosszú időre meghatározza az orosz–magyar kapcsolatokat.

Közel tíz év telt el a jelenleg érvényes energiasztratégia elfogadása óta. Az energiapiaci változások arra kényszerítik a kormányzatot, hogy újragondolják azt. Az új stratégia elvileg 2019. szeptember 1-jéig elkészül, de a NEKT tervezetének ismeretében is kérdéses, hogy a fenti bizonytalanságokat hogyan fogja kezelni.

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

Mellékletek

1. melléklet

Bruttó villamosenergia-termelés az Európai Unió államaiban energiahordozónként 2006-ban (%)

	EU	BE	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	GR	ES	FR	HR	IT
Szilárd tüzelőanyagok	21,2	0,5	42,8	50,4	29,0	40,3	0,4	23,1	33,2	13,3	1,5	20,2	12,3
Olaj- és olajtermékek	2,1	0,2	0,7	0,1	1,1	0,9	81,1	1,0	10,8	6,2	0,5	0,5	4,2
Gázok	19,7	28,5	4,5	7,7	7,1	14,4	5,0	50,1	26,6	19,6	6,6	12,4	44,5
Földgáz	18,7	25,9	4,5	4,5	7,1	12,7	0,6	50,1	26,6	19,2	6,3	12,4	43,5
Gázzármazékok	1,0	2,6	0,0	3,2	0,0	1,8	4,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	1,0
Nukleáris hasadóanyag	25,8	50,9	34,8	28,9	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0	21,3	72,5	0,0	0,0
Megújuló	30,2	17,9	17,1	12,7	60,5	29,9	12,4	25,7	29,0	39,3	18,4	66,8	37,9
Víz	11,7	1,7	10,1	3,8	0,1	4,0	0,3	3,2	10,8	14,5	11,7	55,0	15,3
Szél	9,3	6,4	3,1	0,6	41,9	12,1	4,9	20,2	10,0	17,8	3,8	7,9	6,1
Nap	3,4	3,6	3,1	2,6	2,4	5,9	0,0	0,0	7,6	5,0	1,5	0,5	7,6
Árapály-, hullám-, tengeráram- energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Biomassza és megújuló hull.	5,5	6,2	0,8	5,7	16,1	7,8	7,3	2,2	0,5	2,1	1,3	3,4	6,7
Szilárd bioüzemanyagok	2,8	4,0	0,4	2,5	11,4	1,7	6,9	1,3	0,0	1,5	0,6	1,5	1,4
Biogáz	1,9	1,2	0,4	3,1	1,9	5,2	0,4	0,7	0,5	0,3	0,3	1,8	2,9
Megújuló települési hull.	0,6	1,0	0,0	0,1	2,8	0,9	0,0	0,2	0,0	0,3	0,4	0,0	0,8
Foly. bioüzemanyagok	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
Geotermikus	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2
Egyéb	0,9	2,1	0,1	0,2	2,3	1,4	1,1	0,2	0,4	0,3	0,5	0,0	1,1
Nem megújuló hulladék	0,8	1,5	0,0	0,1	2,3	1,1	1,1	0,2	0,4	0,3	0,4	0,0	0,9
Ipari hulladék	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Települési nem megújuló hull.	0,6	1,0	0,0	0,1	2,3	0,9	1,1	0,2	0,0	0,3	0,4	0,0	0,8
Kémiai foly.-okból szárm. hő	0,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Egyéb források	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3
Összesen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nukleáris és megújulók együtt	55,9	68,8	51,9	41,6	60,5	42,9	12,4	25,7	29,0	60,7	90,8	66,8	37,9

(folytatás a következő oldalon)

1. melléklet (folytatás)

	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK
Szilárd tüzelőanyagok	0,0	0,0	0,0	0,0	17,7	0,0	31,9	3,0	78,2	21,0	24,4	30,4	10,3	14,4	0,3	9,0
Olaj- és olajtermékek	91,3	0,0	5,2	0,0	0,2	84,5	1,1	1,5	1,4	2,2	1,1	0,1	1,7	0,3	0,3	0,5
Gázok	0,0	45,8	23,1	11,7	20,7	0,0	49,1	15,4	6,3	20,9	15,0	2,5	7,4	6,3	0,8	42,5
Földgáz	0,0	45,8	23,1	11,7	20,3	0,0	46,8	12,6	4,7	20,9	14,8	2,5	5,6	5,4	0,4	42,2
Gázzármazékok	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	2,3	2,8	1,6	0,0	0,2	0,0	1,7	0,9	0,4	0,2
Nukleáris hasadóanyag	0,0	0,0	0,0	0,0	50,4	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	17,3	34,6	54,6	33,7	40,4	21,1
Megújulók	8,7	54,2	62,8	85,2	10,1	15,5	12,8	78,8	14,0	55,5	42,2	32,3	25,4	44,2	57,2	25,4
Víz	0,0	39,4	24,4	69,6	0,8	0,0	0,1	62,8	1,6	28,1	28,5	29,0	17,0	23,0	39,8	2,5
Szél	4,6	2,0	26,6	4,6	2,1	0,0	7,1	7,7	7,6	20,7	10,1	0,0	0,0	4,5	9,9	11,0
Nap	3,0	0,0	1,5	4,6	0,6	14,6	1,4	1,6	0,1	1,4	2,8	1,6	2,0	0,0	0,1	3,1
Árapály-, hullám-, tengeráram-energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza és megújuló hull.	1,1	12,8	10,1	6,4	6,5	0,9	4,3	6,7	4,8	5,1	0,8	1,7	6,4	16,8	7,4	8,9
Szilárd bioüzemanyagok	0,0	6,6	6,1	1,1	4,7	0,0	1,7	5,4	4,1	4,1	0,7	0,8	4,2	15,4	6,2	5,8
Biogáz	1,1	6,2	2,9	3,3	1,0	0,9	0,9	0,9	0,6	0,5	0,1	0,9	2,1	0,6	0,0	2,3
Megújuló települési hulladék	0,0	0,0	1,1	1,9	0,8	0,0	1,7	0,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1	0,8	1,1	0,8
Folyékony bioüzemanyagok	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Geotermikus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Egyéb	0,0	0,0	8,9	3,1	0,9	0,0	1,7	1,4	0,2	0,5	0,0	0,0	0,6	0,9	1,0	1,4
Nem megújuló hull.	0,0	0,0	2,6	3,1	0,7	0,0	1,5	1,4	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4
Ipari hulladék	0,0	0,0	0,7	0,0	0,4	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,6
Települési nem megújuló hull.	0,0	0,0	1,9	3,1	0,3	0,0	1,5	0,6	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,5	1,0	0,8
Kémiai foly.-okból származó hő	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
Egyéb források	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Összesen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0
Nukleáris és megújulók együtt	8,7	54,2	62,8	85,2	60,5	15,5	16,2	78,8	14,0	55,5	59,5	67,0	80,0	78,0	97,7	46,5

Megjegyzés: Szürkével a közép- és kelet-európai uniós államokat jelöltük.

Forrás: Saját számítások az Eurostat (2019d) adatai alapján.

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

2. melléklet

Bruttó hőenergia-termelés az Európai Unió államaiban energiahordozónként 2006-ban (%)

	EU	BE	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	GR	ES	FR	HR	IT
Szilárd tüzelőanyagok	25,0	0,0	34,9	56,2	18,2	29,9	2,2	-	99,5	-	3,5	0,0	0,8
Olaj- és olajtermékek	4,4	1,3	13,0	0,9	1,0	1,1	11,5	-	0,5	-	4,8	2,2	15,1
Gázok	37,9	61,1	45,3	32,1	18,5	45,2	27,9	-	0,0	-	35,9	87,2	64,4
Földgáz	36,4	61,1	45,3	27,5	18,5	45,1	20,3	-	0,0	-	35,9	87,2	61,9
Gázszármazékok	1,5	0,0	0,0	4,7	0,0	0,1	7,6	-	0,0	-	0,0	0,0	2,4
Nukleáris hasadóanyag	0,2	0,0	1,3	0,7	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0
Megújulók	24,3	5,1	1,5	6,9	49,9	14,2	53,9	-	0,0	-	38,8	10,6	17,4
Nap	0,1	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0
Biomassza és megújuló hull.	23,8	4,9	1,5	6,9	48,8	14,0	53,9	-	0,0	-	36,4	10,6	17,0
Szilárd bioüzemanyagok	17,4	0,7	1,3	5,2	34,8	5,5	53,8	-	0,0	-	21,4	8,2	10,1
Biogáz	1,2	1,1	0,3	0,5	2,5	2,0	0,1	-	0,0	-	0,9	2,5	3,9
Megújuló települési hull.	5,0	3,0	0,0	1,2	11,3	6,5	0,0	-	0,0	-	14,0	0,0	2,2
Folyékony bioüzemanyagok	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,8
Geotermikus	0,4	0,2	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	-	0,0	-	2,4	0,0	0,4
Egyéb	8,3	32,5	4,0	3,3	12,3	9,6	4,5	-	0,0	-	17,0	0,0	2,3
Nem megújuló hulladék	5,4	4,2	0,0	1,1	9,2	8,0	4,5	-	0,0	-	14,2	0,0	2,3
Ipari hulladék	0,6	1,4	0,0	0,3	0,0	1,5	0,0	-	0,0	-	0,2	0,0	0,1
Települési nem megújuló hull.	4,8	2,9	0,0	0,8	9,2	6,5	4,5	-	0,0	-	14,0	0,0	2,2
Hőszivattyú	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	-	0,0	-	0,3	0,0	0,0
Elektromos kazánok	0,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0
Kémiai foly.-okból származó hő	1,1	28,2	4,0	0,3	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0
Egyéb források	0,8	0,0	0,0	1,8	2,5	1,6	0,0	-	0,0	-	2,5	0,0	0,0
Összesen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-	100,0	-	100,0	100,0	100,0
Nukleáris és megújulók együtt	24,4	5,1	2,8	7,6	49,9	14,2	53,9	-	0,0	-	38,8	10,6	17,4

(folytatás a következő oldalon)

2. melléklet (folytatás)

	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK
Szilárd tüzelőanyagok	0,0	0,5	0,3	0,0	4,7	0,0	3,0	3,7	82,4	0,0	24,4	56,2	21,2	31,2	3,4	5,7
Olaj- és olajtermékek	0,0	0,1	0,8	0,7	0,2	0,0	10,7	6,3	1,2	1,0	8,5	1,8	12,4	4,8	2,2	2,5
Gázok	0,0	59,7	26,3	72,8	71,1	0,0	67,0	35,9	10,9	99,0	62,5	24,0	45,0	14,3	6,7	89,5
Földgáz	0,0	59,7	26,3	72,8	65,9	0,0	66,7	35,5	7,2	99,0	62,0	24,0	44,6	13,5	4,0	87,4
Gázzármazékok	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	0,3	0,5	3,7	0,0	0,6	0,0	0,4	0,8	2,7	2,1
Nukleáris hasadóanyag	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0
Megújulók	100,0	39,6	48,6	26,5	15,8	100,0	11,3	46,0	4,8	0,0	4,5	16,6	15,8	41,6	67,3	1,1
Nap	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza és megújuló hulladék	100,0	39,6	48,5	26,5	10,8	100,0	11,3	45,3	4,8	0,0	4,2	16,3	15,4	41,6	67,3	1,1
Szilárd bioüzemanyagok	0,0	36,3	47,3	23,0	9,6	0,0	1,7	42,2	4,6	0,0	3,9	13,2	14,0	37,5	53,6	0,2
Biogáz	100,0	3,3	0,2	3,5	0,3	100,0	0,2	0,3	0,2	0,0	0,2	3,1	1,3	0,4	0,1	0,0
Megújuló települési hulladék	0,0	0,0	1,0	0,0	0,9	0,0	9,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,6	12,3	0,9
Folyékony bioüzemanyagok	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,3	0,0
Geotermikus	0,0	0,0	0,1	0,0	5,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,3	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0
Egyéb	0,0	0,0	24,0	0,0	6,5	0,0	8,0	8,0	0,7	0,0	0,0	1,4	0,3	8,1	20,4	1,2
Nem megújuló hulladék	0,0	0,0	2,1	0,0	2,2	0,0	8,0	7,9	0,5	0,0	0,0	1,4	0,1	2,9	11,6	1,2
Ipari hulladék	0,0	0,0	0,6	0,0	1,3	0,0	0,0	3,4	0,1	0,0	0,0	1,4	0,0	0,2	0,3	0,0
Települési nem megújuló hull.	0,0	0,0	1,6	0,0	0,9	0,0	8,0	4,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	2,7	11,3	1,2
Hőszivattyú	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	8,4	0,0
Elektromos kazánok	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0
Kémiai foly.-okból származó hő	0,0	0,0	21,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0
Egyéb források	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
Összesen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nukleáris és megújulók együtt	100,0	39,6	48,6	26,5	17,4	100,0	11,3	46,0	4,8	0,0	4,5	16,6	21,1	41,6	67,3	1,1

Megjegyzés: Szürkével a közép- és kelet-európai uniós államokat jelöltük.

Forrás: Saját számítások az Eurostat (2019e) adatai alapján.

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

3. melléklet

Bruttó villamosenergia-termelés Magyarországon energiahordozónként a NEKT tervezete szerint a meglévő szakpolitikai intézkedések mellett, 2005–2030 (GWh)

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Nukleáris hasadóanyag	13 834	15 761	15 834	16 182	16 182	35 314
Szilárd tüzelőanyagok	7 023	6 234	6 148	5 172	3 705	928
Kőolaj (beleértve a finomított gázokat is)*	–	–	–	–	–	–
Földgáz (beleértve a származtatott gázokat is)*	12 949	12 204	4 961	6 463	9 704	8 736
Biomassza és megújuló hulladék	1 714	2 174	1 800	1 766	1 582	1 506
Víz	202	188	230	225	225	225
Szél	10	534	701	713	212	0
Nap	0	1	123	2 026	3 606	4 462
Geotermikus és egyéb megújuló energiaforrások	84	262	429	443	435	427
Egyéb üzemanyagok (hidrogén, metanol)	0	0	0	0	0	0
<i>Összesen</i>	<i>35 816</i>	<i>37 358</i>	<i>30 226</i>	<i>32 990</i>	<i>35 651</i>	<i>51 598</i>

* A földgáz- és olajtüzelés összevontan a gáztermelői statisztikai soron lett megadva.

Forrás: ITM (2018b).

4. melléklet

Bruttó villamosenergia-termelés Magyarországon energiahordozónként a NEKT tervezete szerint a meglévő szakpolitikai intézkedések mellett, 2005–2030 (%)

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Nukleáris hasadóanyag	38,6	42,2	52,4	49,1	45,4	68,4
Szilárd tüzelőanyagok	19,6	16,7	20,3	15,7	10,4	1,8
Kőolaj (beleértve a finomított gázokat is)*	–	–	–	–	–	–
Földgáz (beleértve a származtatott gázokat is)*	36,2	32,7	16,4	19,6	27,2	16,9
Biomassza és megújuló hulladék	4,8	5,8	6,0	5,4	4,4	2,9
Víz	0,6	0,5	0,8	0,7	0,6	0,4
Szél	0,0	1,4	2,3	2,2	0,6	0,0
Nap	0,0	0,0	0,4	6,1	10,1	8,6
Geotermikus és egyéb megújuló energiaforrások	0,2	0,7	1,4	1,3	1,2	0,8
Egyéb üzemanyagok (hidrogén, metanol)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Összesen</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>
Megújulók	5,6	8,5	10,9	15,7	17,0	12,8
Nukleáris és megújulók együtt	44,2	50,6	63,2	64,7	62,4	81,3

Forrás: Saját számítások az ITM (2018b) adatai alapján.

5. melléklet

A magyarországi villamosenergia-rendszer beépített teljesítőképessége energiahordozónként a NEKT tervezete szerint a meglévő szakpolitikai intézkedések mellett, 2015–2030 (GW)

	2015	2020	2025	2030
Nukleáris hasadóanyag	2,000	2,030	2,030	4,430
Szilárd tüzelőanyagok	1,167	0,907	0,699	0,134
Kőolaj (beleértve a finomított gázokat is)*	–	–	–	–
Földgáz (beleértve a származtatott gázokat is)*	4,567	3,614	4,154	5,014
Biomassza és megújuló hulladék	0,295	0,357	0,335	0,395
Víz	0,057	0,057	0,057	0,057
Szél	0,329	0,329	0,099	0,000
Nap**	0,168	1,842	3,278	4,056
Geotermikus és egyéb megújuló energiaforrások	0,104	0,110	0,110	0,110
Egyéb üzemanyagok (hidrogén, metanol)	0	0	0	0
<i>Összesen</i>	<i>8,687</i>	<i>9,246</i>	<i>10,762</i>	<i>14,196</i>

* A földgáz- és olajtüzelés összevontan a gáztermelői statisztikai soron lett megadva.

** A háztartási méretű kiserőművekkel együtt.

Forrás: ITM (2018b).

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

6. melléklet

Bruttó villamosenergia-termelés Magyarországon energiahordozónként a NEKT tervezete szerint az új szakpolitikai intézkedések mellett, 2005–2030 (GWh)

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Nukleáris hasadóanyag	13 834	15 761	15 834	16 182	16 182	35 314
Szilárd tüzelőanyagok	7 023	6 234	6 148	5 064	2 441	0
Kőolaj (beleértve a finomított gázokat is)*	–	–	–	–	–	–
Földgáz (beleértve a származtatott gázokat is)*	12 949	12 204	4 961	6 397	9 179	7 991
Biomassza és megújuló hulladék	1 714	2 174	1 800	1 874	1 851	2 164
Víz	202	188	230	225	225	225
Szél	10	534	701	713	212	0
Nap	0	1	123	2 026	5 838	7 310
Geotermikus és egyéb megújuló energiaforrások	84	262	429	443	539	520
Egyéb üzemanyagok (hidrogén, metanol)	0	0	0	0	0	0
<i>Összesen</i>	<i>35 816</i>	<i>37 358</i>	<i>30 226</i>	<i>32 924</i>	<i>36 467</i>	<i>53 524</i>

* A földgáz- és olajtüzelés összevontan a gázerőművek statisztikai soron lett megadva.

Forrás: ITM (2018c).

7. melléklet

Bruttó villamosenergia-termelés Magyarországon energiahordozónként a NEKT tervezete szerint az új szakpolitikai intézkedések mellett, 2005–2030 (%)

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Nukleáris hasadóanyag	38,6	42,2	52,4	49,1	44,4	66,0
Szilárd tüzelőanyagok	19,6	16,7	20,3	15,4	6,7	0,0
Kőolaj (beleértve a finomított gázokat is)*	–	–	–	–	–	–
Földgáz (beleértve a származtatott gázokat is)*	36,2	32,7	16,4	19,4	25,2	14,9
Biomassza és megújuló hulladék	4,8	5,8	6,0	5,7	5,1	4,0
Víz	0,6	0,5	0,8	0,7	0,6	0,4
Szél	0,0	1,4	2,3	2,2	0,6	0,0
Nap	0,0	0,0	0,4	6,2	16,0	13,7
Geotermikus és egyéb megújuló energiaforrások	0,2	0,7	1,4	1,3	1,5	1,0
Egyéb üzemanyagok (hidrogén, metanol)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Összesen</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>
Megújulók	5,6	8,5	10,9	16,0	23,8	19,1
Nukleáris és megújulók együtt	44,2	50,6	63,2	65,2	68,1	85,1

* A földgáz- és olajtüzelés összevontan a gázerőművek statisztikai soron lett megadva.

Forrás: Saját számítások az ITM (2018c) adatai alapján.

8. melléklet

A magyarországi villamosenergia-rendszer beépített teljesítőképessége energiahordozónként a NEKT tervezete szerint az új szakpolitikai intézkedések mellett, 2015–2030 (GW)

	2015	2020	2025	2030
Nukleáris hasadóanyag	2,000	2,030	2,030	4,430
Szilárd tüzelőanyagok	1,167	0,907	0,479	0,000
Kőolaj (beleértve a finomított gázokat is)*	–	–	–	–
Földgáz (beleértve a származtatott gázokat is)*	4,567	3,614	4,154	5,014
Biomassza és megújuló hulladék	0,295	0,357	0,370	0,449
Víz	0,057	0,057	0,057	0,057
Szél	0,329	0,329	0,099	0,000
Nap**	0,168	1,842	5,307	6,645
Geotermikus és egyéb megújuló energiaforrások	0,104	0,111	0,133	0,130
Egyéb üzemanyagok (hidrogén, metanol)	0	0	0	0
<i>Összesen</i>	<i>8,687</i>	<i>9,247</i>	<i>12,628</i>	<i>16,725</i>

* A földgáz- és olajtüzelés összevontan a gázerőművek statisztikai soron lett megadva.

** A háztartási méretű kiserőművekkel együtt.

Forrás: ITM (2018c).

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

9. melléklet

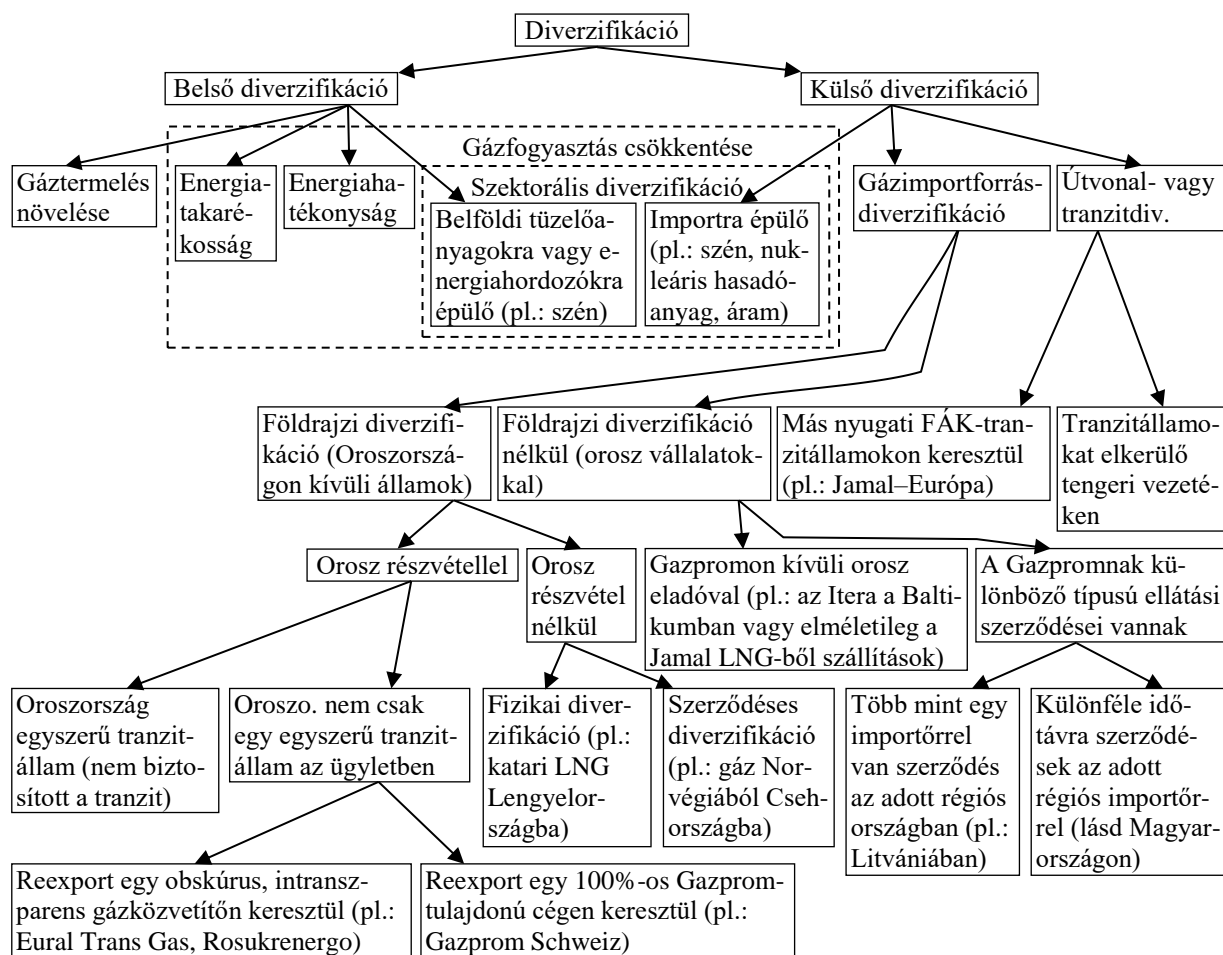
A megújuló energiaforrások hasznosítása céljából beépített magyarországi villamosenergia-termelő kapacitások energiahordozónként a NEKT tervezete szerint az új szakpolitikai intézkedések mellett (MW)

	2015	2020	2021	2022	2025	2027	2030
Víz	57	57	57	57	57	57	57
Geotermikus energia	0	3	3	10	15	20	20
Nap	168	1 842	2 000	3 000	5 307	6 000	6 645
Szél	329	329	329	329	98,7	50	0
Szilárd biomassa	295	357	357	357	370	370	449
Biogáz	80	80	80	80	80	80	80

Forrás: ITM (2018a: 24).

10. melléklet

Közép- és kelet-európai diverzifikációs séma az orosz gázimportra



Forrás: Saját szerkesztés részben Balmaceda (2008, 2013) és Stern (2002) alapján.

Hivatkozások

- 24.hu (2018) Az indokoltnál 5-20 százalékkal többet fizetünk a gázért, áramért, távhőért. Január 13.
<https://24.hu/fn/gazdasag/2018/01/13/az-indokoltnal-5-20-szazalekkal-tobbet-fizetunk-a-gazert-aramert-tavhoert/>
- ACER (2019) ACER adopts decision on gas interconnection between Hungary and Austria. *News*, április 11.
<https://acer.europa.eu/Media/News/Pages/ACER-adopts-Decision-on-gas-interconnection-between-Hungary-and-Austria.aspx>
- Ámon A. (2019) Kerekasztal-beszélgetés a Clean Energy & Disruptive Trends Summit 2019 című rendezvényen, Budapest, június 4.
- Antal M. (2019) How the regime hampered a transition to renewable electricity in Hungary. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, megjelenés alatt.
- B. Horváth L. (2015) Hiába olcsóbbodik az olaj, nem fizetünk kevesebbet a gázért. *Vg.hu*, január 7.
<https://www.vg.hu/vallalatok/energia/hiaba-olcsobbodik-az-olaj-nem-fizetunk-kevesebbet-a-gazert-441647/>
- B. Horváth L. (2019) Frissítésre vár a hitelszerződés. *Vg.hu*, március 22.
<https://www.vg.hu/vallalatok/energia/frissitesre-var-a-hitelszerzodes-1419967/>
- Balmaceda, M. M. (2008) *Energy Dependency, Politics and Corruption in the Former Soviet Union: Russia's Power, Oligarchs' Profits and Ukraine's Missing Energy Policy, 1995–2006*. Routledge, London.
- Balmaceda, M. M. (2013) *The Politics of Energy Dependency: Ukraine, Belarus, and Lithuania between Domestic Oligarchs and Russian Pressure*. University of Toronto Press, Toronto.
- Baranyai N. – Varjú V. (2015) A lakosság klímaváltozással kapcsolatos attitűdjének empirikus vizsgálata. In: Czirfusz M. – Hoyk E. – Suvák A. (szerk.): *Klímaváltozás – társadalom – gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon*. Publikon Kiadó, Pécs, 257–284.
- Barszukov, Ju. (2018) «Gazprom» szgyelal trubnij vibor. Vosztocsnaja Jevropa podtvergyila marsrut «Tureckogo potoka». *Kommersant*, november 22. <https://www.kommersant.ru/doc/3806415>
- Bartek-Lesi M. – Dézsi B. – Diallo A. – Kácsor E. – Kerekes L. – Kotek P. – Mezősi A. – Mészégetőné Keszthelyi A. – Rácz V. – Selei A. – Szajkó G. – Szabó L. – Vékony A. (2019a) A hazai nagykereskedelmi villamosenergia-piac modellezése és ellátásbiztonsági elemzése 2030-ig különböző erőművi forgatókönyvek mellett. REKK, Budapest.
https://rekk.hu/downloads/projects/2019_Arampiac_REKK.pdf
- Bartek-Lesi M. – Dézsi B. – Felsmann B. – Kácsor E. – Kotek P. – Mezősi A. – Rácz V. – Selei A. – Szajkó G. – Szabó L. – Takácsné Tóth B. (2019b) A 2030-as megújulóenergia-arány elérésének költségbecslése. REKK, Budapest.
https://rekk.hu/downloads/projects/2019_REKK_NEKT_megujulo_final.pdf
- Bates, J. – Edberg, O. – Nuttall, C. (2009) Minimising greenhouse gas emissions from biomass energy generation. Environment Agency, Bristol.
http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0904_Environment_Agency_-_Minimising_greenhouse_gas_emissions_from_biomass_energy_generation.pdf
- Beöthy Á – Takácsné Tóth B. – Kaderják P. – Kotek P. (2016) Megérte megépíteni a szlovák–magyar földgázvezetékét? *REKK Policy Brief*, 2016/6. sz. REKK, Budapest.
https://rekk.hu/downloads/academic_publications/rekk_policybrief_hu_06.pdf
- Beöthy Á. (2017) Az olajár, a nagykereskedelmi gázár és a „rezsiár” összefüggései. *Magyar Energetika*, 2017/2. sz., 28–31.

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

- Bolcsó D. (2019) A magyar kormány a rezsicsökkentés miatt blokkolta az uniós klímatervet. *Index.hu*, június 21. https://index.hu/techtud/2019/06/21/klimavaltozas_karbonsemlegesseg_europai_unio_2050_blokkolas_rezsi_rezsicsokkentese/
- Botár A. (2018) Borsod: vissza a szén-nosztalgiába, vagy előre a valódi energiaátmenethez? *MTVSZ-blog*, december 3. https://mtvsz.blog.hu/2018/12/03/borsod_vissza_a_szen-nosztalgiaba_vagy_elore_a_valodi_atmenethez
- Bowyer, J. (2012) Life cycle impacts of heating with wood in scenarios ranging from home and institutional heating to community scale district heating systems. Dovetail Partners, Inc. https://www.lccmr.leg.mn/projects/2011/finals/2011_07_rpt_life_cycle_impacts_heating_with_wood.pdf
- BP (2018) BP Statistical Review of World Energy. Június.
- Bruckner, T. – Bashmakov, I. A. – Mulugetta, Y. – Chum, H. – de la Vega Navarro, A. – Edmonds, J. – Faaij, A. – Fungtammasan, B. – Garg, A. – Hertwich, E. – Honnery, D. – Infield, D. – Kainuma, M. – Khennas, S. – Kim, S. – Nimir, H. B. – Riahi, K. – Strachan, N. – Wisser, R. – Zhang, X. (2014) Energy systems. In: Edenhofer, O. – Pichs-Madruga, R. – Sokona, Y. – Farahani, E. – Kadner, S. – Seyboth, K. – Adler, A. – Baum, I. – Brunner, S. – Eickemeier, P. – Kriemann, B. – Savolainen, J. – Schlömer, S. – von Stechow, C. – Zwickel, T. – Minx, J. C. (eds.): *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK – New York, NY, USA, 511–597. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter7.pdf
- Büki G. – Lovas R. (szerk.) (2010) *Megújuló energiák hasznosítása*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
- Comext (2019) EU trade since 1988 by SITC (DS-018995). <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/newxtweb/>
- Council of the European Union (2018) Effort sharing regulation: Council adopts emission reduction targets. *Press release*, május 14. <http://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2018/05/14/effort-sharing-regulation-council-adopts-emission-reduction-targets/>
- De Clercq, G. (2019) IEA rings alarm bell on phasing out nuclear energy. *Reuters*, május 28. <https://www.reuters.com/article/us-nuclearpower-iea/iea-rings-alarm-bell-on-phasing-out-nuclear-energy-idUSKCN1SX1XW>
- Deák A. – Weiner Cs. (2019) Hungary: Leveraging political influence. In: Shentov, O. – Stefanov, R. – Vladimirov, M. (eds.): *The Russian Economic Grip on Central and Eastern Europe*. Routledge, Abingdon, UK – New York, NY, USA, 136–150.
- Deák A. (2014) A paksi bővítés szakpolitikai és uralmi dilemmák fogságában. In: Magyar B. – Vásárhelyi J. (szerk.): *Magyar polip 2. A posztkommunista maffiaállam*. Noran Libro Kiadó, Budapest, 273–291.
- Deák A. (2018) Energiabiztonság. Kézirat.
- Deloitte (2019) Economic and social impact report. Április 25. <https://www.foratom.org/downloads/nuclear-energy-powering-the-economy-full-study/?wpdmdl=42758&refresh=5cc15b9cd1ec31556175772>
- Dickel, R. – El-Katiri, L. – Hassanzadeh, E. – Henderson, J. – Honoré, A. – Pirani, S. – Rogers, H. – Stern, J. – Yafimava, K. (2014) Reducing European dependence on Russian gas: Distinguishing natural gas security from geopolitics. *OIES Paper*, NG 92. Oxford Institute for Energy Studies, Oxford. <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2014/10/NG-92.pdf>
- Diesendorf, M. (2016) Dispelling the nuclear 'baseload' myth: Nothing renewables can't do better! *The Ecologist*, március 10. <https://theecologist.org/2016/mar/10/dispelling-nuclear-baseload-myth-nothing-renewables-cant-do-better>
- Dinya L. (2010) Biomassza-alapú energiatermelés és fenntartható energiagazdálkodás. *Magyar Tudomány*, 171. évf., 8. sz., 912–925.

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

- Dinya L. (2018) Biomassza-alapú energiahasznosítás: a múlt és a jövő. *Magyar Tudomány*, 179. évf., 8. sz., 1184–1196.
- EASAC (2018) Commentary by the European Academies' Science Advisory Council (EASAC) on forest bioenergy and carbon neutrality. Június 15.
[https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Carbon_Neutrality/EASAC_commentary_o
n_Carbon_Neutrality_15_June_2018.pdf](https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Carbon_Neutrality/EASAC_commentary_on_Carbon_Neutrality_15_June_2018.pdf)
- Ember Z. (2018) Bemutatjuk a rezsicsökkentést, az elmúlt nyolc év legnagyobb szemfényvesztését. *24.hu*, március 24. [https://24.hu/fn/gazdasag/2016/11/17/szamlakkal-bizonyitjuk-hogy-kamu-a-
reziscsokkentest/](https://24.hu/fn/gazdasag/2016/11/17/szamlakkal-bizonyitjuk-hogy-kamu-a-reziscsokkentest/)
- Energiaklub – GreenDependent Intézet – Greenpeace Magyarország – Levegő Munkacsoport – Magyar Energiahatékonysági Intézet – MANAP Iparági Egyesület – Magyar Természetvédők Szövetsége – WWF Magyarország – Magyar Napelem Napkollektor Szövetség (2019) Közös civil észrevételek a „Magyarország Energia- és Klímaterve (tervezet)” című, az EU-nak 2019. január 31-én benyújtott anyaghoz. Budapest, március 28. [https://mehi.hu/projekt/kozos-civil-eszrevetelek-a-
magyarorszag-energia-es-klimaterve-tervezet-cimu-az-eu-nak-2019-j](https://mehi.hu/projekt/kozos-civil-eszrevetelek-a-magyarorszag-energia-es-klimaterve-tervezet-cimu-az-eu-nak-2019-j)
- Energiaskanzen.hu (2012) Kínos szélcsendben a szélenergia-szektor.
<http://energiaskanzen.hu/cikk/energiatoblet/kinos-szelcsendben-a-szelenergia-szektor.html> (A link már nem él.)
- ENTSO-E (2015) TYNDP 2016 scenario development report. ENTSO-E, Brussels, november 3.
[https://www.entsoe.eu/Documents/TYNDP%20documents/TYNDP%202016/rgips/TYNDP201
6%20Scenario%20Development%20Report%20-%20Final.pdf](https://www.entsoe.eu/Documents/TYNDP%20documents/TYNDP%202016/rgips/TYNDP2016%20Scenario%20Development%20Report%20-%20Final.pdf)
- Erbach, G. (2018) Effort sharing regulation, 2021–2030: Limiting member states' carbon emissions. *Briefing*, PE 589.799. European Parliamentary Research Service, European Parliament, július 19.
[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/589799/EPRS_BRI\(2016\)589799
EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/589799/EPRS_BRI(2016)589799_EN.pdf)
- Erdélyi P. – Magyarai P. (2019) Milliárdos gázüzlet miatt került Magyarország az orosz és az amerikai érdekek ütközőzónájába. *444.hu*, február 11. [https://tldr.444.hu/2019/02/11/milliardos-
gazuzlet-miatt-kerult-magyarorszag-az-orosz-es-az-amerikai-erdekek-utkozozonajaba](https://tldr.444.hu/2019/02/11/milliardos-gazuzlet-miatt-kerult-magyarorszag-az-orosz-es-az-amerikai-erdekek-utkozozonajaba)
- EUMSz (2012) Az Európai Unió működéséről szóló szerződés egységes szerkezetbe foglalt változata. *Hivatalos Lap*, C 326, 26/10/2012 o. 0001–0390. [https://eur-lex.europa.eu/legal-
content/HU/TXT/?uri=celex%3A12012E%2FTXT](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A12012E%2FTXT)
- Európai Bizottság (2006) Zöld könyv. Európai stratégia az energiaellátás fenntarthatóságáért, versenyképességéért és biztonságáért. COM/2006/0105 végleges. [https://eur-
lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52006DC0105&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52006DC0105&from=EN)
- Európai Bizottság (2010) Európa 2020. Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája. COM/2010/2020 végleges. [https://eur-lex.europa.eu/legal-
content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52010DC2020&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52010DC2020&from=EN)
- Európai Bizottság (2011a) A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, a Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. 2050-ig szóló energiaügyi ütemterv. COM/2011/0885 végleges. [https://eur-lex.europa.eu/legal-
content/HU/ALL/?uri=celex%3A52011DC0885](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=celex%3A52011DC0885)
- Európai Bizottság (2011b) A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású, versenyképes gazdaság 2050-ig történő megvalósításának ütemterve. COM/2011/112 végleges. [https://eur-lex.europa.eu/legal-
content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0112&from=en](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0112&from=en)
- Európai Bizottság (2014) A Bizottság közleménye. Iránymutatás a 2014–2020 közötti időszakban nyújtott környezetvédelmi és energetikai állami támogatásokról (2014/C 200/01). [https://eur-
lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A52014XC0628%2801%29](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A52014XC0628%2801%29)

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

- Európai Bizottság (2015) A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak, a Régiók Bizottságának és az Európai Beruházási Banknak. A stabil és alkalmazkodóképes energiaunió és az előrettekintő éghajlat-politika keretstratégiája. COM/2015/080 végleges. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0080&from=EN>
- Európai Bizottság (2016) Tiszta energia minden európainak. *Hírek*, november 30. https://ec.europa.eu/hungary/news/20161130-clean_energy_hu
- Európai Bizottság (2018a) A Bizottság 2050-re klímasemlegessé kívánja tenni Európát. *Sajtóközlemény*, november 28. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-6543_hu.htm
- Európai Bizottság (2018b) Antitröszt: a Bizottság kötelező erejű kötelezettségeket ír elő a Gazprom számára, hogy a gáz szabadon és versenyképes árakon jusson el a közép- és kelet-európai gázpiacokra. *Sajtóközlemény*, május 24. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-3921_en.htm
- Európai Bizottság (2019) A Bizottság ajánlása Magyarország 2021 és 2030 közötti időszakra vonatkozó integrált nemzeti energia- és klímatervének tervezetéről. Brüsszel, 2019.6.18. C(2019) 4417 final. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hu_rec_hu.pdf
- Európai Parlament és Tanács (2001) Az Európai Parlament és a Tanács 2001/77/EK irányelve (2001. szeptember 27.) a belső villamosenergia-piacon a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia támogatásáról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex:32001L0077>
- Európai Parlament és Tanács (2002) Az Európai Parlament és a Tanács 2002/91/EK irányelve (2002. december 16.) az épületek energiateljesítményéről. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0091:hu:HTML>
- Európai Parlament és Tanács (2003a) Az Európai Parlament és a Tanács 2003/30/EK irányelve (2003. május 8.) a közlekedési ágazatban a bio-üzemanyagok, illetve más megújuló üzemanyagok használatának előmozdításáról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=CELEX:32003L0030>
- Európai Parlament és Tanács (2003b) Az Európai Parlament és a Tanács 2003/87/EK irányelve (2003. október 13.) az üvegházhatást okozó gázok kibocsátási egységei Közösségen belüli kereskedelmi rendszerének létrehozásáról és a 96/61/EK tanácsi irányelv módosításáról (EGT-vonatkozású szöveg). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A02003L0087-20131219>
- Európai Parlament és Tanács (2009a) Az Európai Parlament és a Tanács 2009/406/EK határozata (2009. április 23.) az üvegházhatású gázok kibocsátásának a 2020-ig terjedő időszakra szóló közösségi kötelezettségvállalásoknak megfelelő szintre történő csökkentésére irányuló tagállami törekvésekről. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=CELEX%3A32009D0406>
- Európai Parlament és Tanács (2009b) Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK irányelve (2009. április 23.) a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32009L0028>
- Európai Parlament és Tanács (2009c) Az Európai Parlament és a Tanács 2009/31/EK irányelve (2009. április 23.) a szén-dioxid geológiai tárolásáról, valamint a 85/337/EGK tanácsi irányelv, a 2000/60/EK, a 2001/80/EK, a 2004/35/EK, a 2006/12/EK és a 2008/1/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv, valamint az 1013/2006/EK rendelet módosításáról (EGT-vonatkozású szöveg). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex:32009L0031>
- Európai Parlament és Tanács (2009d) Az Európai Parlament és a Tanács 2009/29/EK irányelve (2009. április 23.) a 2003/87/EK irányelvnek az üvegházhatású gázok kibocsátási egységei Közösségen belüli kereskedelmi rendszerének továbbfejlesztése és kiterjesztése tekintetében történő módosításáról (EGT-vonatkozású szöveg). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32009L0029>

*Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon*

- Európai Parlament és Tanács (2010) Az Európai Parlament és a Tanács 2010/31/EU irányelve (2010. május 19.) az épületek energiahatékonyságáról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32010L0031>
- Európai Parlament és Tanács (2012) Az Európai Parlament és a Tanács 2012/27/EU irányelve (2012. október 25.) az energiahatékonyságról, a 2009/125/EK és a 2010/30/EU irányelv módosításáról, valamint a 2004/8/EK és a 2006/32/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32012L0027>
- Európai Parlament és Tanács (2018a) Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/844 irányelve (2018. május 30.) az épületek energiahatékonyságáról szóló 2010/31/EU irányelv és az energiahatékonyságról szóló 2012/27/EU irányelv módosításáról (EGT-vonatkozású szöveg). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=EN>
- Európai Parlament és Tanács (2018b) Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/2002 irányelve (2018. december 11.) az energiahatékonyságról szóló 2012/27/EU irányelv módosításáról (EGT-vonatkozású szöveg). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=CELEX:32018L2002>
- Európai Parlament és Tanács (2018c) Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/2001 irányelve (2018. december 11.) a megújuló energiaforrásokból előállított energia használatának előmozdításáról (EGT-vonatkozású szöveg). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32018L2001>
- Európai Tanács (2007) Brüsszeli Európai Tanács 2007. március 8–9. elnökségi következtetések. [europa.eu/rapid/press-release_DOC-07-1_hu.pdf](https://eur-lex.europa.eu/rapid/press-release_DOC-07-1_hu.pdf)
- Európai Tanács (2009) Brüsszeli Európai Tanács 2009. október 29–30. elnökségi következtetések. https://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/HU/ec/110908.pdf
- Európai Tanács (2019) Európai Tanács, 2019. 06. 20–21. <https://www.consilium.europa.eu/hu/meetings/european-council/2019/06/20-21/>
- European Climate Foundation (é. n.) Facilitating the transition to a renewables-led energy system. <https://europeanclimate.org/initiatives/sectoral/power/>
- European Commission (1996) Communication from the Commission: Energy for the future: Renewable sources of energy. Green Paper for a Community strategy. COM(96) 576 final. November 20. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:51996DC0576&from=EN>
- European Commission (1997) Communication from the Commission: Energy for the future: Renewable sources of energy. White Paper for a Community strategy and action plan. COM(97)599 final. November 26. http://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com97_599_en.pdf
- European Commission (1999) Campaign for renewable energy sources takes off. *Press release*, május 4. [europa.eu/rapid/press-release_IP-99-293_en.pdf](https://eur-lex.europa.eu/rapid/press-release_IP-99-293_en.pdf)
- European Commission (2017) State aid: Commission clears investment in construction of Paks II Nuclear Power Plant in Hungary. *Press release*, március 6. [http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-464_en.htm](https://eur-lex.europa.eu/rapid/press-release_IP-17-464_en.htm)
- European Commission (2018a) *EU Energy in Figures: Statistical Pocketbook 2018*. Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/99fc30eb-c06d-11e8-9893-01aa75ed71a1/language-en>
- European Commission (2018b) In-depth analysis in support of the Commission Communication COM(2018) 773 ‘A clean planet for all: A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy’. Brussels, november 28. https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com_2018_733_analysis_in_support_en_0.pdf
- European Commission (é. n.-a) 2020 climate & energy package. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en
- European Commission (é. n.-b) 2050 long-term strategy. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

- European Commission (é. n.-c) Energy efficiency. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency>
- European Commission (é. n.-d) EU Emissions Trading System. https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_hu
- European Council (2014a) European Council (23 and 24 October 2014) conclusions on 2030 climate and energy policy framework. SN 79/14. Brussels, október 23.
http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145356.pdf
- European Council (2014b) European Council (23 and 24 October 2014) conclusions. EUCO 169/14. Brussels, október 24.
http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf
- Eurostat (2016) Renewable energy in the EU: Share of renewables in energy consumption in the EU rose further to 16% in 2014: Nine member states already achieved their 2020 targets. *Eurostat news release*, február 10. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7155577/8-10022016-AP-EN.pdf/38bf822f-8adf-4e54-b9c6-87b342ead339>
- Eurostat (2019a) Complete energy balances [nrg_bal_c]. (Last update: 23-04-2019)
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_bal_c&lang=en
- Eurostat (2019b) Greenhouse gas emissions by source sector (source: EEA) [env_air_gge]. (Last update: 11-06-2019) http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_gge&lang=en
- Eurostat (2019c) Simplified energy balances – annual data [nrg_100a]. (Last update: 30-04-2019)
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_100a&lang=en
- Eurostat (2019d) Supply, transformation and consumption of electricity – annual data [nrg_105a]. (Last update: 30-04-2019)
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_105a&lang=en
- Eurostat (2019e) Supply, transformation and consumption of heat – annual data [nrg_106a]. (Last update: 30-04-2019) http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_106a&lang=en
- Evans, S. (2017) Solar, wind and nuclear have ‘amazingly low’ carbon footprints, study finds. *Carbon Brief*, december 8. <https://www.carbonbrief.org/solar-wind-nuclear-amazingly-low-carbon-footprints>
- Fabók M. (2017) Valótlant állít az illetékes államtitkár Paks II nyereségességéről. *Energiabox*, október 10.
https://energiabox.blog.hu/2017/10/10/valotlant_allit_az_illetekes_allamtitkar_paks_ii_varhatoan_nem_lesz_nyereseges
- Felsmann B. (2011) Állam és atomenergia. *Világgazdaság*, május 19.
<http://vg.hu/velemenypublicisztika/allam-es-atomenergia-349184>
- Felsmann B. (2015) Can the Paks-2 Nuclear Power Plant operate without state aid? A business economics analysis. Energiaklub, Budapest. https://energiaklub.hu/files/study/study_can_paks-2_operate_without_state_aid_energiaklub_2015.pdf
- Forbes.hu (2017) Nagyön ráfaraghat Mészáros Lőrinc a Mátrai Erőmű megvásárlására. Május 8.
<https://forbes.hu/uzlet/meszaros-lorinc-matrai-eromu/>
- Gazprom (2016) 20 years of reliable Russian gas supplies to Panrusgas, Hungary. *News and events*, december 5. <http://www.gazprom.com/press/news/2016/december/article294894/>
- Gelencsér A. – Molnár Á. – Imre K. (2012) *Az éghajlatváltozás okai és következményei*. Pannon Egyetem, Veszprém. <http://mkweb.uni-pannon.hu/tudastar/ff/02-eghajlat/Eghajlat.xhtml>
- Gerse K. (2014) A vízenergia-hasznosítás hozzájárulása a fenntarthatósághoz. *Magyar Tudomány*, 171. évf., 7. sz., 779–789.
- Gonzalez-Salazar, M. A. – Trevor, K. – Lubos, P. (2018) Review of the operational flexibility and emissions of gas- and coal-fired power plants in a future with growing renewables. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 82. (Part 1), 1497–1513.

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

- Grantham Research Institute (é. n.) Effort Sharing Decision (Decision No. 406/2009/EC on the effort of member states to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020). Climate Change Laws of the World database, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment and Sabin Center for Climate Change Law. <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/law/effort-sharing-decision-decision-no-406-2009-ec-on-the-effort-of-member-states-to-reduce-their-greenhouse-gas-emissions-to-meet-the-communitys-greenhouse-gas-emission-reduction-commitments/>
- Greenpeace – GWEC – Solar Power Europe (2015) Energy [r]evolution: A sustainable world energy outlook 2015. Greenpeace International – Global Wind Energy Council (GWEC) – Solar Power Europe. <https://elib.dlr.de/98314/1/Energy-Revolution-2015-Full.pdf>
- Greenpeace Magyarország (2018) A Greenpeace Magyarország éghajlatvédelmi javaslatcsomagja. December 1. <https://www.greenpeace.org/hungary/cikkek/3070/a-greenpeace-magyarorszag-eghajlatvedelmi-javaslatcsomagja/>
- Haffner T. (2018) A megújuló energia termelés támogatásának intézményi változásai – a Megújuló Energia Támogatási Rendszer bevezetése. *Közép-Európai Közlemények*, 11. évf., 2. sz., 17–29. <http://vikek.eu/wp-content/uploads/2018/05/KEKNo412018.2.sz%C3%A1m.pdf#page=17>
- Hamburger Hungária (2018) Összefoglaló jelentés 2017. Dunaújváros, április 21. https://www.hamburger-containerboard.com/fileadmin/Hamburger_Containerboard/Hungary/Sustainability/HH_Eromu_Eves_osszefoglalo_jelentes_2017.pdf
- Hargitai M. (2018) Hatástalan a propaganda: nem akarjuk Paks 2-t. *Népszava*, július 23. https://nepszava.hu/3002452_hatastalan-a-propaganda-nem-akarjuk-paks-2-t
- Hinrichs-Rahlwes, R. (2013) Feature: System transformation. In: REN21 (ed.): *Renewables 2013 Global Status Report*. REN21 Secretariat, Paris, 90–92. <http://hub.globalccsinstitute.com/sites/default/files/publications/137988/renewables-global-status-report-2013.pdf>
- Hinrichs-Rahlwes, R. (2017) Foreword. In: Solorio, I. – Jörgens, H. (eds.): *A Guide to EU Renewable Energy Policy*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK – Northampton, MA, USA, xi–xvi.
- Horváth B. (2019) Gulyás a 2050-es klímacélról: Nincs ok a sietségre. *444.hu*, június 25. <https://444.hu/2019/06/25/gulyas-a-2050-es-klimacelrol-nincs-ok-a-sietsegre>
- Hughes, L. (2012) A generic framework for the description and analysis of energy security in an energy system. *Energy Policy*, 42. évf., 221–231.
- HVG.hu (2017a) Enyhít a napelemekre kivetett sarcon a kormány. December 27. http://hvg.hu/gazdasag/20171227_Enyhit_a_napelemekre_kivetett_sarcon_a_kormany
- HVG.hu (2017b) Itt „a” magyarázat: miért fogadta el az unió a paksi atomalkut? Szeptember 26. https://hvg.hu/gazdasag/20170926_Itt_a_magyarázat_Miert_fogadta_el_az_unio_a_paksi_atomalkut
- IEA (é. n.) Energy security. International Energy Agency (IEA). http://www.iea.org/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD_ID=4103 (A link már nem él.)
- Illés J. (2017) Akár háromszor annyi turbina is működhetne, de nem engedik az építésüket. *Mno.hu*, Szeptember 27. <https://mno.hu/gazdasag/akar-haromszor-annyi-turbina-is-mukodhetne-de-nem-engedik-az-epitesuket-2418865>
- IRENA (2018) Renewable capacity statistics 2018. International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Mar/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2018.pdf
- ITM (2018a) Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve. Tervezet. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM), Budapest.
- ITM (2018b) NEKT 2. melléklet: A WEM-forgatókönyv paraméterei. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM), Budapest.

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

- ITM (2018c) NEKT 3. melléklet: A WAM-forgatókönyv paraméterei. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM), Budapest.
- Jandó Z. (2019) Nem Brüsszelből, hanem Moszkvából támadják a rezsicsökkentést. *G7.hu*, június 3. <https://g7.hu/kozelet/20190603/nem-brusszelbol-hanem-moszkvabol-tamadjak-a-rezsicsokkentest/>
- Jávor B. (2019) Paks II. megvalósítási szerződése. Elemzés. Párbeszéd Magyarorszáért. https://parbeszedmagyarorszagert.hu/files/public/paks2szerzodes_elemzes23042019_vegleges.pdf
- Jörgens, H. – Solario, I. (2017) The EU and the promotion of renewable energy: An analytical framework. In: Solorio, I. – Jörgens, H. (eds.): *A Guide to EU Renewable Energy Policy*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK – Northampton, MA, USA, 3–22.
- Keating, D. (2015a) Energy ministers clash over nuclear power. *Politico*, március 5. <https://www.politico.eu/article/energy-ministers-clash-over-nuclear-power/>
- Keating, D. (2015b) Nuclear gets short shrift in EU energy union strategy. *Politico*, február 20. <https://www.politico.eu/article/nuclear-gets-short-shrift-in-eu-energy-union-strategy/>
- Keating, D. (2019) EU needs 25% nuclear power to meet Paris climate goals – report. *Forbes.com*, április 29. <https://www.forbes.com/sites/davekeating/2019/04/29/eu-needs-25-nuclear-power-to-meet-paris-climate-goals-report/#4d1e746d5c34>
- Kerényi A. Ö. – Szeredi I. (2012) A vízenergia-hasznosítás vizsgálata II. *Magyar Energetika*, 19. évf., 5. sz., 37–41.
- Kormany.hu (2017) Újabb blokkok tervezését kellene mérlegelni. Október 5. <http://www.kormany.hu/hu/tarca-nelkuli-miniszter/hirek/ujabb-blokkok-tervezeset-kellene-merlegelni>
- Kurucz B. (2014) A Mátrai Erőmű intézkedései a szigorodó károsanyag-kibocsátási határértékek betartása érdekében. Energetikai Szakkollégium, Budapest, március. https://www.eszk.org/attachments/1190/ besz/matra_beszamolo.pdf
- KWK-Index (é. n.) Quarterly prices according to CHP law. European Energy Exchange. <https://www.eex.com/en/market-data/power/spot-market/kwk-index>
- LaBelle, M. – Atanas, G. (2016) The socio-political capture of utilities: The expense of low energy prices in Bulgaria and Hungary. Manuscript prepared for 'Energy Law and Energy Infrastructure Development for a Low-Carbon World', edited by Raphael Heffron, Darren McCauley, Angus Johnston and Stephen Tromans to be published by Cambridge University Press. <http://energyscee.com/wp-content/uploads/2016/10/HU-and-BG-chapter-final-v3.pdf>
- Macknick, J. – Newmark, R. – Heath, G. – Hallett, K. C. (2012) Operational water consumption and withdrawal factors for electricity generating technologies: A review of existing literature. *Environmental Research Letters*, Vol. 7., No. 4., 1–10. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/7/4/045802/pdf>
- Magyar P. (2017) Böven túlárazza az állam a földgázt. *444.hu*, augusztus 31. <https://444.hu/2017/08/31/boven-tularazza-az-allam-a-foldgazt>
- Magyar P. (2018) Egyre több jel utal arra, hogy az új paksi atomerőmű még tervezőasztalon sincs kész. *444.hu*, november 12. <https://444.hu/2018/11/12/egyre-tobb-jel-utal-arra-hogy-az-uj-paksi-atomeromu-meg-tervezoasztalon-sincs-kesz>
- Marnitz I. (2017) Elbliccelték a rezsicsökkentést. *Népszava*, augusztus 31. https://nepszava.hu/1139132_elblicceltek-a-rezsicsokkentest
- Marnitz I. (2018a) Lignit nélkül tennék nyereségessé a Mátrai Erőművet. *Népszava*, szeptember 7. https://nepszava.hu/3007591_lignit-nelkul-tennek-nyeresege-s-a-matrai-eromuvet
- Marnitz I. (2018b) Magyarország megvenné a horvát gázterminált. *Népszava*, december 12. https://nepszava.hu/3017571_magyarorszag-megvenne-a-horvat-gazterminalt

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

- Márton B. (2019) Orbán is blokkolta a 2050-es uniós karbonsemlegességet. *Index.hu*, június 20.
https://index.hu/kulfold/eurologus/2019/06/20/kornyezetvedelem_kornyezetvedelem_eu_euro_pai_tanacs_orban_veto/
- Mavir (2016) A magyar villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásfejlesztése 2016. Mavir, Budapest.
https://www.mavir.hu/documents/10258/15461/Forráselemzés_2016.pdf/462e9f51-cd6b-45be-b673-6f6afea6f84a
- Mavir (2018) A magyar villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásfejlesztése 2018. Mavir, Budapest.
https://www.mavir.hu/documents/10258/15461/Forr%C3%A1selemz%C3%A9s_2018_IG.pdf/fc043982-a8ea-e49f-6061-418b254a6391
- MEHI (2019) 2017-ben immár harmadik éve nőtt az EU energiafogyasztása. Magyar Energhatékonsági Intézet (MEHI), február 7. <https://mehi.hu/hir/2017-ben-immár-harmadik-eve-nott-az-eu-energiafogyasztasa>
- MEKH (2019a) 2017 Évkönyv. Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH), Budapest.
http://www.mekh.hu/download/5/63/60000/mekh_evkonyv_2017_hu.pdf
- MEKH (2019b) Bruttó villamosenergia-termelés éves adatai 2014–2018. (Utolsó frissítés időpontja: 2019. június 7.)
http://mekh.hu/download/b/99/a0000/4_2_brutto_villamos_energia_termeles_eves_2014_2018_e.xlsx
- MEKH (2019c) Elsődleges megújuló energiahordozók termelése és felhasználása 2014–2018. (Utolsó frissítés időpontja: 2019. június 7.)
http://mekh.hu/download/7/c9/a0000/6_2_elsodleges_megujulo_energhord_term_es_felh_2014_2018e.xlsx
- MEKH (2019d) Éves földgázmérleg 2014–2018. (Utolsó frissítés időpontja: 2019. június 7.)
http://mekh.hu/download/a/99/a0000/3_2_eves_foldgazmerleg_2014_2018e.xlsx
- MEKH (2019e) Hőenergia-termelés éves adatai 2014–2018. (Utolsó frissítés időpontja: 2019. június 7.)
http://mekh.hu/download/c/99/a0000/5_1_hoenergia_termeles_eves_2014_2018e.xlsx
- MEKH (2019f) Megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya 2005–2018. (Utolsó frissítés időpontja: 2019. június 7.)
http://mekh.hu/download/d/99/a0000/6_1_megujulo_energiaforrasok_felhasznalasanak_reszaranya_2005_2018e.xlsx
- MEKH (2019g) Országos éves energiamérleg 2014–2018. (Utolsó frissítés időpontja: 2019. június 7.)
http://mekh.hu/download/f/99/a0000/7_2_orzagos_eves_energhamerleg%202014_2018e.xlsx
- MEKH-FGSZ (2018) A magyar földgázrendszer 2017. évi adatai. MEKH-FGSZ, Budapest.
http://www.mekh.hu/download/f/29/60000/a_magyar_foldgazrendszer_2017_evi_adatai.pdf
- MEKH-Mavir (2018) A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2017. évi adatai. MEKH-Mavir, Budapest.
https://www.mavir.hu/documents/10258/154394509/MEKH+MAVIR+VER+2017_kiadvany_vegleges_20181116.pdf/d345fdb8-7048-4af2-9a63-1d7415bb84c9
- Mert.hu (é. n.-a) Mátrai Erőmű. Cégtörténet. <http://www.mert.hu/cegtortenet>
- Mert.hu (é. n.-b) Mátrai Erőmű. Köszöntő. <http://www.mert.hu/hu/elnoiki-koszonto>
- Mezősi A. (2016) Elfér-e egymás mellett a megújuló és atomenergia. A megújulók hatása az atomerőművi kihasználtságra és profitra Magyarországon. *Jelentés az energiapiacokról*, 2016/4. sz. REKK, Budapest, 17–19.
- Minin, N. – Vlček, T. (2018) Post-Fukushima performance of the major global nuclear technology providers. *Energy Strategy Reviews*, Vol. 21., 98–110.
- Mitrova, T. – Molnar, G. (2015) Russian gas market: Entering new era. Cedigaz.
<https://www.cedigaz.org/russian-gas-market-entering-new-era/>

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

- MNB (2019) Versenyképességi program 330 pontban. MNB, Budapest.
<https://www.mnb.hu/letoltes/versenykepessegi-program.pdf>
- Morgan, S. (2019) Five EU countries call for 100% renewable energy by 2050. *Euractiv.com*, március 5.
<https://www.euractiv.com/section/climate-strategy-2050/news/five-eu-countries-call-for-100-renewable-energy-by-2050/>
- MSZIT (2011) A szélenergia támogatásáról, és a fogyasztói árakra gyakorolt hatásáról. Magyar Szélenergia Ipari Társaság (MSZIT), április 26. <http://www.mszt.hu/hirek/hirek/article/a-szelenergia-tamogatasarol-es-a-fogyasztoi-arakra-gyakorolt-hatasarol/>
- MSZP.hu (2018) A Fidesz hetvenezer forintot vett ki a családok zsebéből a magas gázárral. Február 14
<http://mszp.hu/video/a-fidesz-hetvenezer-forintot-vett-ki-a-csaladok-zsebebol-a-magas-gazarral>
- Munkácsy B. – Sáfian F. – Harmat Á. – Németh S. (2014) Hazai megújuló potenciálok és hasznosításuk jövőképünkben. In: Munkácsy B. (szerk.): *A fenntartható energiagazdálkodás felé vezető út. Erre van előre! – Vision 2040 Hungary 2.0*. ELTE TTK Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék – Környezeti Nevelési Hálózat Országos Egyesület, Budapest, 143–152. <http://ktf.elte.hu/wp-content/uploads/2014/09/ERRE-VAN-ELORE-2.0.pdf>
- Munkácsy B. (é. n) Hátterinformációk és szempontok a szélerőművekkel kapcsolatos szabályozás tárgykörében. <http://munkacsy.web.elte.hu/szelenergia-hatter.pdf>
- MVM Paks II. (é. n.) Radioaktív hulladékok és kiégett kazetták kezelése és elhelyezése. Környezeti hatástanulmány. Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen. MVM Paks II. Zrt.
<http://www.paks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/K%C3%B6rnyezeti%20hat%C3%A1stanulm%C3%A1ny%20-%20Radioakt%C3%ADv%20hullad%C3%A9kok%20%C3%A9s%20ki%C3%A9gett%20kazett%C3%A1k%20kezel%C3%A9se%20%C3%A9s%20elhelyez%C3%A9se.pdf>
- Nagy G. M. (2016) Csak ne a szél! Miért sorvasztja el a kormány a szélerőműveket? *Magyar Narancs*, 2016/35. sz., szeptember 1. <https://m.magvarnancs.hu/belpol/csak-ne-a-szel-100654>
- Napi.hu (2016) Az EU legszennyezőbb szénerőművei között a Mátrai Erőmű. Július 7.
https://www.napi.hu/magyar_vallalatok/az_eu_legszennyezobb_szeneromuvei_kozott_a_matrai_eromu.617386.html
- Német T. (2016) Csepreghy: a szélenergiának nincs helye a magyar energiarendszerben. *Index.hu*, október 8.
http://index.hu/belfold/2016/10/08/csepreghy_a_szelenergianak_nincs_helye_a_magyar_energiarendszerben/
- NFM (2010) *Megújuló energia. Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve 2010–2020*. Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM), Budapest. http://2010-2014.kormany.hu/download/2/b9/30000/Megujulo%20Energia_Magyarorszag%20Megujulo%20Energia%20Hasznositasi%20Cselekvesi%20terve%202010_2020%20kiadvany.pdf
- NFM (2011) *Nemzeti Energiastratégia 2030*. Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM), Budapest.
<http://2010-2014.kormany.hu/download/4/f8/70000/Nemzeti%20Energiastrategia%202030%20teljes%20valtozat.pdf>
- NFM (2013) Ásványvagyon-hasznosítási és készletgazdálkodási Cselekvési Terv. Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM), Budapest, február. http://2010-2014.kormany.hu/download/c/6a/c0000/ÁCsT_02%2012.pdf
- OAH (2011) Nemzeti jelentés. Negyedik jelentés, készült a kiégett fűtőelemek kezelésének biztonságáról és a radioaktív hulladékok kezelésének biztonságáról szóló közös egyezmény keretében. Országos Atomenergia Hivatal (OAH).
[https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/40A6C15B41C95EFAC1257BEB00306F10/\\$FILE/nemzjel4.pdf](https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/40A6C15B41C95EFAC1257BEB00306F10/$FILE/nemzjel4.pdf)

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

- OAH (2017) Nemzeti jelentés. Hatodik jelentés, készült a kiégett fűtőelemek kezelésének biztonságáról és a radioaktív hulladékok kezelésének biztonságáról szóló közös egyezmény keretében. Országos Atomenergia Hivatal (OAH).
[https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/79B4771B89AE733AC1258240004AE34C/\\$FILE/6_Nemzeti_Jelent%C3%A9s.pdf](https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/79B4771B89AE733AC1258240004AE34C/$FILE/6_Nemzeti_Jelent%C3%A9s.pdf)
- Öko-Institut (2018) The vision scenario for the European Union: 2017 update for the EU. (Project sponsored by Greens/EFA Group in the European Parliament.) Öko-Institut, Berlin.
<http://extranet.greens-efa-service.eu/public/media/file/1/5491>
- Pcblog.atlatszo.hu (2018) Orosz befolyás Magyarországon (2. rész): Paks II. Március 5.
<https://pcblogger.atlatszo.hu/2018/03/05/orosz-befolyas-magyarorszagon-2-resz/>
- Pehl, M. – Arvesen, A. – Humpenöder, F. – Popp, A. – Hertwich, E. G. – Luderer, G. (2017) Understanding future emissions from low-carbon power systems by integration of life-cycle assessment and integrated energy modelling. *Nature Energy*, Vol. 2., 939–945.
- Portfolio.hu (2014) Kiderült: így vesszük fel a Paks-2 hitelt az oroszoktól. Május 28.
<https://www.portfolio.hu/gazdasag/energia/kiderult-igy-vesszuk-fel-a-paks-2-hitelt-az-oroszoktol.199481.html>
- Portfolio.hu (2017) Paks 2 helyett Paks 1? – Meglepő ötlettel állt elő a volt MVM-vezér. November 16.
<https://www.portfolio.hu/vallalatok/paks-2-helyett-paks-1-meglepo-otlettel-allt-elo-a-volt-mvm-vezer.268077.html>
- Portfolio.hu (2019) Nagy dobásra készül a Mátrai Erőmű. Teljes átalakulást terveznek. Március 25.
<https://www.portfolio.hu/vallalatok/energia/nagy-dobasra-keszul-a-matrai-eromu-teljes-atalakulast-terveznek.318559.html>
- Portfolio.hu (2019) Tesznek a környezetvédelemre, de a napenergiát imádják a magyarok. Január 18.
<https://www.portfolio.hu/vallalatok/energia/tesznek-a-kornyezetvedelemre-de-a-napenergiat-imadjak-a-magyarok.1.310303.html>
- President of Russia (2015) Press statement following Russian–Hungarian talks and answers to journalists' questions. Február 17. <http://en.kremlin.ru/events/president/transcripts/47706>
- REKK (2011) A Nemzeti Energiastratégia 2030 gazdasági hatáselemzése. REKK, Budapest, április.
<http://2010-2014.kormany.hu/download/9/87/70000/ESTRAT%20Gazdasagi%20Megvalosithatosagi%20Tanulmany.pdf>
- REKK (2017) Meg-megújuló statisztikák. *REKK Policy Brief*, 2017/1. sz. REKK, Budapest.
http://rekk.hu/downloads/academic_publications/rekk_policybrief_hu_2017_01.pdf
- Reményi K. (2016) Egyszerű módszerek a légköri szén-dioxid-koncentrációváltozás hatásának elemzésére. *Magyar Tudomány*, 177. évf., 7. sz., 842–850.
- Rettman, A. (2018) Deja vu: Bulgaria pipeline to face EU scrutiny. *EUobserver*, december 12.
<https://euobserver.com/foreign/143675>
- Sandbag (é. n.) European Emission Allowance (EUA) price. <https://sandbag.org.uk/carbon-price-viewer/>
- Sebestyén Szép T. (2017) The effects of utility cost reduction on residential energy consumption in Hungary: A decomposition analysis. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, Vol. 13., 61–78.
- Sipos G. (2018) Tévedés, hogy jobb fával fűteni, mint szénnel – az EASAC szerint át kellene gondolni Európa megújulóenergia-politikáját. *Mta.hu*, július 24. https://mta.hu/mta_hirei/tevedes-hogy-jobb-faval-futeni-mint-szennel-az-easac-szerint-at-kellene-gondolni-europa-megujuloenergia-politikajat-108875

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

- Skalamera, M. – Goldthau, A. (2016) Russia: Playing hardball or bidding farewell to Europe? Debunking the myths of Eurasia's new geopolitics of gas. *Discussion Paper*, No. 3/2016. Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, Cambridge, MA, USA.
<https://www.belfercenter.org/sites/default/files/files/publication/Russia%20Hardball%20-%20Web%20Final.pdf>
- Smil, V. (2010) *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects*. Praeger.
- Smil, V. (2016) Examining energy transitions: A dozen insights based on performance. *Energy Research & Social Science*, Vol. 22., 194–197.
- Solario, I. – Bocquillon, P. (2017) EU renewable energy policy: A brief overview of its history and evolution. In: Solorio, I. – Jörgens, H. (eds.): *A Guide to EU Renewable Energy Policy*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK – Northampton, MA, USA, 23–42.
- Somogyi O. (2019) Elkezdődött az építkezés a Paks II erőmű telephelyén. Magyar Nemzet, június 21.
<https://magyarnemzet.hu/gazdasag/elkezdodott-az-epitkezes-a-paks-ii-eromu-telephelyen-7042013/>
- Stern, J. (2002) Security of European natural gas supplies. Royal Institute of International Affairs, London.
- Stern, J. (2017) The future of gas in decarbonising European energy markets: The need for a new approach. *OIES Paper*, NG 116. Oxford Institute for Energy Studies, Oxford.
<https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2017/01/The-Future-of-Gas-in-Decarbonising-European-Energy-Markets-the-need-for-a-new-approach-NG-116.pdf>
- Stubnya B. (2019) Még mindig veszteséges a Mátrai Erőmű Zrt. *Index.hu*, május 30.
https://index.hu/gazdasag/energia/2019/05/30/meg_mindig_veszteseges_de_azert_osztalekot_fizet_a_matrai_eromu_zrt/
- Swain, M. – Lovering, J. – Blomqvist, L. – Nordhaus, T. – Hernandez, R. R. (2015) Land-use intensity of electricity production: Comparison across multiple sources. American Geophysical Union, Fall Meeting 2015, abstract id. GC51C-1098.
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2015AGUFMGC51C1098S>
- Szabó D. (2017) Elbukik a nagy terv. Magyarországra nem süt már a Nap. *Napi.hu*, május 21.
https://www.napi.hu/magyar_vallalatok/elbukik_a_nagy_terv_magyarorszagra_nem_sut_mar_a_nap.638095.html
- Szabó L. (2019) Európai megújulóaukciók. Konferencia-előadás, Clean Energy & Disruptive Trends Summit 2019, Budapest, június 6.
- Szabó M. I. (2006) Energiaipari változások II. Bolond szél fúj. *Magyar Narancs*, 2006/15. sz., április 13.
https://magyarnarancs.hu/belpol/energiaipari_valtozasok_ii_-_bolond_szel_fuj-65386
- Szalai S. – Gács I. – Tar K. – Tóth P. (2010) A szélenergia helyzete Magyarországon. *Magyar Tudomány*, 171. évf., 8. sz., 847–958.
- Székkfy K. (2014) Az európai villamosenergia-piac átalakulása a megújuló energiaforrások térnyerésének hatására. *Közgazdasági Szemle*, 61. évf., 719–745.
- Szeredi I. – Alföldi L. – Csom Gy. – Mészáros Cs. (2010) A vízenergia-hasznosítás szerepe, helyzete, hatásai. *Magyar Tudomány*, 171. évf., 8. sz., 959–978.
- Szilágy Zs. (2013) Robbanáspont. Az állami beavatkozás hatásai a földgázpiacon. *Mérnök Újság*, 20. évf., 2. sz., 34–35.
- Szilágyi Zs. (2014) Változások a földgázpiacon. *Magyar Épületgépészet*, 63. évf., 9. sz., 25–27.
- Takácsné Tóth B. – Kotek P. – Kaderják P. (2018) Az első európai koordinált gázkapacitás-aukció hatékonysága és tanulságai. In: Valentiny P. – Kiss F. L. – Nagy Cs. I. – Berezvai Z. (szerk.): *Verseny és szabályozás 2017*. MTA KRTK Közgazdaság-tudományi Intézet, Budapest, 272–288.
- Telepaks (2019) Az előzetes biztonsági jelentés a létesítési engedélykérelem egyik fontos alapja. Június 27. <http://www.telepaks.net/2019/06/27/az-elozetes-biztonsagi-jelentes-a-letesitesi-engedelykerelem-egyik-fontos-alapja/>

Weiner Csaba / Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású áramtermelés helyzete
Magyarországon

- Tóth L. – Schrempf N. (2013) Szélerőművek szerepe „A megújuló energia hasznosítása” Nemzeti Cselekvési Tervben. *Mezőgazdasági Technika*, augusztus.
http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_341/szeleromuvek_szerepe_a_nemzeti_cselekvesi_tervben_13_08.pdf
- Tóth P. – Bulla M. – Nagy G. (2011) *Energetika*.
https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s03.html
- Union of Concerned Scientists (é. n.-a) Environmental impacts of hydroelectric power.
https://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/environmental-impacts-hydroelectric-power.html
- Union of Concerned Scientists (é. n.-b) Environmental impacts of solar power.
https://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/environmental-impacts-solar-power.html
- Varga K. (2017) A METÁR és az új Megújuló Irányelv. Változások a hazai és nemzetközi megújulóenergia-szabályozásban. Konferencia-előadás, MÉGNAP – Napenergia-hasznosítás az épületgépészetben 2017. http://www.megsz.hu/megsz/images/stories/2017-honlap/Nap-2017/1_Varga_Katalin_-_MET%C3%81R.pdf
- Virág A. (2016) Áramlatok örvényében. Gázdiverzifikációs játszmák Kelet-Közép-Európában. *Köz-Gazdaság*, 11. évf., 2. sz., 93–106.
- Weiner Cs. (2016) Central and East European diversification under new gas market conditions. *IWE Working Papers*, No. 221. Institute of World Economics, MTA KRTK, Budapest.
http://real.mtak.hu/33784/1/WP_221_Weiner.pdf
- Weiner Cs. (2017a) Energiaellátás-biztonság és gázdiverzifikáció Magyarországon. Elmélet és gyakorlat. *Műhelytanulmányok*, 121. sz. MTA KRTK Világgazdasági Intézet, Budapest.
http://real.mtak.hu/72294/1/MT_121_Weiner.pdf
- Weiner Cs. (2017b) Energy once again in the spotlight: New forms of Russian investment presence in Hungary. In: Shishelina, L. N. (ed.): *Rosszija i Centralnaja Jevropa v novih geopolityicseszkih realnosztyah: Szbornyik sztatyej ucsasztnyikov XI mezsdunarodnoj naucsnoj konferencii* (Russia and Central Europe in the New Geopolitical Realities: Proceedings of the XI International Scientific Conference), Moszkva, 1–2 gyekabrja 2016 goda. Institute of Europe RAS, Moscow, 194–214.
http://real.mtak.hu/80442/7/195_PDFsam_Rossiia_i_Tsentrlnaya_Evropa_2018.pdf
- Weiner Cs. (2018) Security of energy supply and gas diversification in Poland. *IWE Working Papers*, No. 243. Institute of World Economics, MTA KRTK, Budapest.
http://real.mtak.hu/85242/1/WP_243_Weiner.pdf
- Weiner Cs. (2019) Energiaellátás-biztonság és gázdiverzifikáció Magyarországon. Elmélet és gyakorlat. *Köz-Gazdaság*, 14. évf., 1. sz., 168–189.
http://real.mtak.hu/86356/7/kozgazdasag_bel_2019_1_Weiner.pdf
- Widera, M. – Kasztelewicz, Z. – Ptak, M. (2016) Lignite mining and electricity generation in Poland: The current state and future prospects. *Energy Policy*, Vol. 92., 151–157.